



Maatalous- metsätieteellinen tiedekunta  
Metsätieteiden laitos

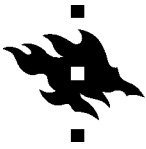
**Metsähiilihankkeisiin perustuvien päästöyksiköiden kauppa  
vapaaehtoismarkkinoilla**

Liiketaloudellisen metsäekonomian  
Pro gradu -tutkielma

Päivi Susanna Jansson  
Helmikuu 2013

## **ALKUSANAT**

Haluan kiittää Kai Mönkköstä saamastani tuesta ja kärsivällisyydestä tämän projektin aikana. Kiitän myös ohjaajaani professori Lauri Valstaa hyvistä neuvoista gradun suunnittelussa ja Metsämiesten Säätiötä rahoituksesta.



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Metsätieteiden laitos
Tekijä/Författare – Author Päivi Susanna Jansson		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Metsähiilihankkeisiin perustuvien päästöyksiköiden kauppa vapaaehtoismarkkinoilla		
Oppiaine /Läroämne – Subject Liiketaloudellinen metsäekonomia		
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterin tutkielma	Aika/Datum – Month and year Helmikuu 2013	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 149 sivua ja 5 liitesivua
Tiivistelmä/Referat – Abstract <p>Tutkielmassa tarkastellaan vapaaehtoisuuteen perustuvien metsähiilimarkkinoiden kysyntää ja tarjontaa. Kysyntäosiossa esitellään markkinamekanismeja, joihin päästöyksiköiden kysyntä ja tarjonta perustuu. Kysynnän osalta tarkastellaan lisäksi ostajien ostomotiivaatioita ja kysynnän tilannetta vuonna 2011. Tarjontaosiossa tarjontaa tarkastellaan tarjontaketjun näkökulmasta. Tarjontaketju jakaantuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan onko metsillä ylipäättään kykyä toimia apuna hiilidioksidin sitomisessa ilmakehästä ja millaisia hiilinieluvaiikutuksen aikaansaavia metsiin liittyviä toimenpiteitä voidaan käyttää. Tarjontaketjun ensimmäiseen osaan kuuluu myös päästövähennyshankkeiden prosessit, eli kuvaus siitä millä tavalla hankkeissa luodaan päästöyksiköitä. Tutkittavat hankkeet keskittyvät metsähankkeisiin, joilla luodaan päästöyksiköitä vapaaehtoisille markkinoille. Toinen tarjontaketjun osa käsittelee hankkeiden todentamista, joka on keskeinen toiminto, jolla voidaan saada varmuus siitä, että hankkeessa saatu yksikkö todella perustuu päästöjen vähennykseen, ja että sen käyttäminen kompensoi vastaavan verran päästöjä. Tarjontaketjun kolmannessa markkinat ja kaupankäynti -osiossa tarkastellaan erilaisia säänneltyjä ja vapaita markkinapaikkoja. Osiossa on tarkoitus selvittää, millä tavoin hankkeista luotu yksikkö voidaan myydä ostajalle ja millaiset jälkimarkkinat yksiköillä on. Tutkimuksessa markkinoita tarkastellaan kansainvälisestä ja kotimaisesta näkökulmasta.</p> <p>Tutkimuksessa on tarkoituksena selvittää, kuinka hyvin markkinat täyttävät täydellisen kilpailun ehdot. Markkinoiden analyysin pohjaksi tutkitaan teoriaa hinnan muodostuksesta, täydellisestä kilpailusta ja kilpailullisista markkinoista. Tutkimuksen empiriaosuudessa analysoidaan päästöyksikön luomista, hankeprosessia, todentamista ja markkinapaikkoja. Tutkimuskysymykset on asetettu seuraavasti: Ovatko vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat kilpailullisten markkinoiden mallin mukaisia eli kuinka hyvin ne täyttävät täydellisen kilpailun ehdot. 1, myyjä ja ostaja täytyy olla niin monta, ettei kukaan heistä pysty yksin vaikuttamaan markkinahintaan. 2, kaikkien myyjien hyödykkeiden tulee olla riittävän homogeenisia, jolloin eri tuottajien hyödykkeet ovat toistensa substituuotteja. 3, kaikilla markkinoiden osapuolilla pitää olla täydellinen informaatio hyödykkeistä, niiden hinnoista ja kaikista omiin päätöksiinsä vaikuttavista tekijöistä. 4, yrityksillä ja tuotannonantajilla täytyy olla vapaa liikkuvuus markkinoille ja niiltä pois.</p> <p>Tutkimus perustuu kirjallisuuteen, jota aiheesta on kirjoitettu. Tutkimukseen on valikoitu standardeja, markkinapaikkoja ja hanketyyppejä niiden suosituimmuuden tai metsään liittyvien ominaisuuksien perusteella. Tutkimusote on kvalitatiivinen eli laadullinen. Saatua tietoa analysoidaan sisällönanalyysin avulla. Aineiston luokittelu perustuu teoreettiseen viitekehykseen. Analyysin teoreettinen perusta muodostuu taloustieteen ja markkinatalouden teorioista ja käsitejärjestelmistä. Niiden perusteella muodostetaan väliä analyysirunko, jonka avulla aineistoa pelkistetään. Viitekehyksen avulla kysyntä ja tarjonnan tarjontaketju jaetaan osiin. Tutkimuskysymystä numero 1 tutkitaan kysynnän ja tarjonnan kokonaisuuksien kautta. Tarjontaosiossa tarjontaketju jaetaan osiin ja tutkitaan, kuinka hyvin osa-alueet täyttävät täydellisen kilpailun ehdot eli tutkimuskysymykset numerot 2-4.</p> <p>Tutkimuksen tulokseksi saatiin muun muassa, että vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat eivät toimi täydellisesti kilpailutujen markkinoiden ehtoilla. Vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat eivät ole täydellisesti kilpailutuja, vaan ne toimivat epätäydellisesti kilpailullisilla markkinoilla, jossa hyödykkeet ovat heterogeenisiä. Markkinoilla on rajallisesti hankkeita, joista päästöyksiköitä tarjotaan. Hankkeista saatavien yksiköiden hinta asetetaan kustannuksia vastaavaksi, jolloin se ei määräydy vapaasti markkinoilla. Hinnan asetanta on mahdollista, sillä esimerkiksi hankkeiden ominaisuuksilla ja standardoimismenetelmän valinnalla on mahdollista differoida hankkeita. Epätäydellinen kilpailutilanne säilyy sillä markkinoiden väliselle liikkuvuudelle on asetettu esteitä eikä yhden standardin mukaisesti sertifioitu yksikkö ole yleisesti hyväksyttävissä toiseen standardiin.</p> <p>Tutkimuksen tulokset tukevat aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tuloksia.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords hiilinielu, metsähiilihanke, päästöhanke, päästökauppa, päästöoikeus, päästövähennys, päästöyksikkö, VER, VCS, VCU, CDM, CER, vapaaehtoismarkkinat, cap and trade, baseline and credit, täydellisen kilpailun ehdot		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston Viikin kampuskirjasto, Metsätieteiden laitos		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information  Ohjaaja: Lauri Valsta		



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos/Institution– Department Department of Forest Sciences	
Tekijä/Författare – Author Päivi Susanna Jansson			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Voluntary Forest Carbon Markets			
Oppiaine /Läroämne – Subject Forest Economics and Management			
Työn laji/Arbetets art – Level Master's thesis		Aika/Datum – Month and year February 2013	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 149 pages and 5 pages of appendices
<b>Tiivistelmä/Referat – Abstract</b> <p>This thesis studies market demand and supply in the voluntary forest carbon markets. The first section focuses on demand and provides an overview about the market mechanisms, buyer's reasons to buy credits, and current demand in the markets. Supply will be studied with supply-chain approach. Supply-chain is a system moving a product or service from supplier to customer. The supply-chain section is divided into three parts. The first part finds out whether or not forests have the ability to sequester carbon and what kind of forest projects there has been. It also introduces the processes in which forest carbon credits are issued. The second part focuses on certification and verification schemes. Third part presents market places and the actors involved in carbon credit trading. Carbon markets will be evaluated on foreign and domestic basis.</p> <p>The aim of this thesis is to find out how well the voluntary carbon markets meet the conditions of perfect competition. The theory is based on the theory of competitive market structure and the price mechanism, where demand equals supply at the equilibrium price and quantity. The equilibrium should be found automatically within a perfectly competitive market when buyers and sellers interact. The empirical part of the study examines carbon credit issuance, project processes, certification and markets. The research questions are: 1. Do markets have infinite buyers and sellers? 2. Are products homogenous? 3. Do consumers and producers have perfect knowledge of price, utility, quality and production methods? 4. Is it easy to enter or exit the markets?</p> <p>The thesis is based on literature. Standards, marketplaces, and projects that were selected to the study were chosen according to the popularity based on market volume or forest-related characters. The research approach is qualitative. The collected data was analysed using content analysis. Economics and market theory form the theoretical basis of the analysis. Classification of the data is based on the theoretical framework. According to the theories a loose framework was formed to allow data reduction. Framework divides demand and supply-chain into separate parts. Research question number one is examined using a demand section. Research questions numbers 2-4 are examined using supply-chain sections.</p> <p>The study resulted in a conclusion that voluntary forest markets do not meet the conditions of perfect competition. Voluntary forest carbon markets are not perfectly competitive. Instead markets are uncompetitive where commodities are heterogeneous. There is only limited amount of forest projects and forestry based credits. Unit price is set to match the cost, in which case it is not determined by the market. Price-setting is possible because it is possible to differentiate projects. Imperfect competition in the market remains for mobility obstacles between markets have been set. Credit certified under certain standard, are not generally acceptable to another standard.</p> <p>The study results support the findings of studies conducted in the past.</p>			
<b>Avainsanat – Nyckelord – Keywords</b> Carbon sequestration, forest carbon project, offset project, carbon trade, carbon credit, carbon offset, VER, VCS, VCU, CDM, CER, voluntary carbon market, forest carbon markets, cap-and-trade, baseline-and-credit, the conditions of perfect competition			
<b>Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited</b> Viikki Campus Library, Department of Forest Sciences			
<b>Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information</b>  Supervisor: Lauri Valsta			

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tarkoitus .....	3
1.3 Aikaisemmat tutkimukset .....	4
1.4 Viitekehys.....	6
1.5 Aineisto ja menetelmä .....	10
2 PÄÄSTÖKAUPANKÄYNTI .....	12
2.1 Päästömarkkinainstrumentit .....	12
2.2 Päästön kiintiöittämisjärjestelmät.....	17
2.3 Päästökauppajärjestelmä Suomessa.....	21
2.4 Kritiikki päästökiintiöihin perustuviin kaupankäyntijärjestelmiin .....	22
2.5 Päästömarkkinat .....	24
3 PÄÄSTÖYKSIKÖN HINNAN MUODOSTUMINEN.....	27
3.1 Kilpailulliset ja täyden kilpailun markkinat .....	27
3.2 Epätäydellinen kilpailu .....	29
3.3 Kilpailullisten markkinoiden tehokkuus ja tasapaino .....	30
3.4 Päästökaupan hintateoria .....	31
3.5 Päästöyksikön kysynnän ja tarjonnan tasapaino .....	35
3.6 Päästöyksiköiden kysynnän ja tarjonnan osapuolet .....	39
3.7 Päästöyksiköiden kysynnän ja tarjonnan tilanne vuonna 2011 .....	42
3.8 Hintaerot vapailla päästömarkkinoilla.....	45
4 PÄÄSTÖVÄHENNYKSEN ERILAISTAVAT TOIMENPITEET .....	47
4.1 Metsien hiilensidonta ja -varastointikyky .....	47
4.2 Hiilinieluväikutuksen aikaansaavat toimenpiteet .....	49
4.2.1 Metsittäminen ja metsänuudistaminen.....	49
4.2.2 Metsänhoito ja tehostettu metsänhoito .....	52
4.2.3 Kiertoajan pidennys .....	52
4.2.4 Harvennukset .....	54
4.2.5 Puutuotteet .....	54
4.3 Kotimainen metsien hiilinielupotentiaali .....	56

5 PÄÄSTÖVÄHENNYSHANKKEIDEN PROSESSIT JA KEHITTÄJÄT .....	59
5.1 Päästövähennyshankkeen prosessi .....	59
5.2 CDM-hanke .....	60
5.3 VCS-hanke .....	61
5.4 VCS-hankkeen metsää ja metsänhoitoa koskevat toimet .....	62
5.5 Päästöhankkeen hyvityskausi .....	64
5.6 Hankkeen taloudellinen toteuttamiskelpoisuus .....	64
5.7 Hankkeen rahoitus .....	68
5.8 Hankkeiden kehittäjät .....	72
5.9. Kotimaiset hankkeet .....	76
6 METSÄHIILIHANKKEIDEN OMINAISUUKSIEN TODENTAMINEN JA LÄPINÄKYVYYS .....	79
6.1 Sertifiointistandardit .....	79
6.2 Puutuotteita hyväksyvät standardit .....	83
6.2.1 Carbomark .....	83
6.2.2 Chicago Climate Exchange .....	85
6.3 Todentajat .....	90
6.4 Rekisterit .....	93
7 MARKKINAT JA KAUPANKÄYNTIIN OSALLISTUMINEN .....	96
7.1 Ensi- ja jälkimarkkinat .....	96
7.2 OTC-markkinat .....	98
7.3 Järjestäytyneet markkinapaikat .....	100
7.3.1 Säännellyt markkinapaikat .....	100
7.3.2 Vapaaehtoisuuteen perustuvat markkinapaikat .....	102
7.4 Australian malli säänneltyihin ja vapaaehtoisuuteen perustuvien yksiköitten markkinoista .....	104
7.5 Kotimaiset päästömarkkinat .....	107
7.6 EU ETS -järjestelmään ehdotetut muutokset .....	109
8. TULOSTEN TARKASTELU .....	112
8.1. Täydellisten kilpailun ehtojen täyttyminen .....	112
8.1.1 Yksittäinen toimija on hinnanottaja .....	112
8.1.2 Hyödykkeet ovat homogeenisia .....	113
8.1.3 Täydellinen tietämys hyödykkeiden ominaisuuksista .....	114
8.1.4 Markkinoille on vapaa pääsy ja poistuminen .....	114

8.2 Markkinoiden kilpailullisuus.....	115
8.3. Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti sekä jatkotutkimustarpeet.....	117
LÄHTEET .....	120
LIITTEET	

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Bayonin ja Leonardin vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden yksinkertaistettu tarjontaketju lisättynä päästöyksikön tarjontaketjulla.....	8
Kuva 2. Sähköntuotannon rikkidioksidipäästöt Yhdysvalloissa.....	19
Kuva 3 Tasapainotasoa korkeampi hinta johtaa liikatarjontaan ja tasapainotasoa alhaisempi hinta johtaa liikakysyntään .....	33
Kuva 4. Transaktiokustannusten vaikutus kysyntään ja tarjontaan .....	37
Kuva 5. Vapaaehtoisen ja säännellyn päästöyksikön kysyntä ja tarjonta .....	38
Kuva 6. Kioton pöytäkirjan allekirjoittajamaat.....	40
Kuva 7. Kaupankäynnin määrä ja arvo ostajien sijainnin mukaan 2011 OTC- markkinoilla .....	43
Kuva 8. Metsähanketyypien vaihtomäärät 2005-2010 .....	51
Kuva 9. Hiilipankin rakenne .....	70
Kuva 10. Ensimmäisillä tarjottujen metsähankkeiden ja ostajien sijainti vuonna 2010.....	73
Kuva 11. Hankkeissa tarjottu määrä hankekehittäjittäin vuosina 2006-2010.....	75
Kuva 12. Kartta kaupankäynnin määrästä hankkeiden sijaintimaittain 2011 OTC- markkinoilla .....	76
Kuva 13. Hiilistandardien markkinaosuudet vuonna 2010, %.....	81
Kuva 14. Itsenäisten kolmansien osapuolten standardien markkinaosuus OTC- vaihdosta .....	82
Kuva 15. Käsitteellinen kaavio sitoutuneen hiilen hyvittämisestä pitkäikäisissä puutuotteissa.....	86
Kuva 16. VCS hanketietokannan yhteydet eri rekisterinpitäjiin.....	94
Kuva 17. Rekisterien markkinaosuudet OTC-markkinoista vuonna 2011 .....	95
Kuva 18. Markkinapaikkakohtainen vaihdon määrä vuodesta 2005-2011 .....	99
Kuva 19. Säänneltyjen ja vapaaehtoisten ACCU-yksiköitten markkinat .....	106



## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Säänneltyjen ja vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden määrä ja arvo 2010-2011.....	16
Taulukko 2. REDD -päästöyksikön potentiaaliset ostajat ja heidän tavoitteensa.....	39
Taulukko 3. Markkinaosuusprosentit vaihdetuista MtCO <sub>2</sub> e päästöyksiköistä eri hanketyyppien mukaan OTC-markkinoilla ja markkinaosuuksien muutosprosentit 2010-2011 .....	45
Taulukko 4. Kaukokartoitukseen perustuvia arvioita puuaineeseen varastoidusta hiilestä vuosina 1995-1999, lauhkealla vyöhykkeellä ja pohjoisilla havumetsäalueilla Pohjois-Amerikassa ja Euraasiassa .....	48
Taulukko 5. Kiertoajan muutoksen vaikutus hiilivarantoon .....	53
Taulukko 6. Eri materiaalien valmistuksen nettohiilipäästöt kg C/t.....	55
Taulukko 7. Fossiilisten polttoaineiden kulutus (MJ/ft <sup>2</sup> ) eri ulkoseinärakenteissa...	56
Taulukko 8. Hankkeen vuosittaisen tuoton laskenta.....	66
Taulukko 9. Hankkeen kassavirtalaskelma .....	67
Taulukko 10. Hankkeen diskontattu kassavirtalaskelma .....	67
Taulukko 11. Hiilivähennyksen oikeuttava hiilen määrä kategorioittain .....	88
Taulukko 12. Metsähiilihankkeiden todentajia .....	91
Taulukko 13. OTC-markkinoiden myyjiä ja myyjien rooleja.....	99

## LYHENTEET

AA	<i>Assigned Amount</i> päästökiintiö
AAU	<i>Assigned Amount Unit</i> päästömäärän yksikkö
ACX	<i>Australia Climate Exchange</i>
aEUA	<i>Aviation EU Emission Allowance</i> ilmailun päästöyksikkö
AF-hanke	<i>Afforestation</i> metsittämishanke
AFOLU	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> maatalous, metsätalous ja muu maan käyttö
AR-hanke	Metsittämis- ja metsänuudistushanke
ARB	<i>The American Carbon Registry</i>
ARR-hanke	<i>Afforestation, Reforestation and Revegetation</i> metsittämis, metsänuudistus ja kasvillisuuden palauttaminen –hanke
BAC	<i>Baseline-And-Credit</i>
CAP	<i>Cap-And-Trade</i>
CARB	<i>The California Air Resources Board</i>
CAR	<i>The Climate Action Reserve</i>
CCBA	<i>The Climate, Community and Biodiversity Alliance</i>
CCBS	<i>The Climate, Community and Biodiversity Standards</i> Climate, Community and Biodiversity Allianssin päästöstandardi
CCA	<i>California Carbon Allowances</i> Kalifornian päästöoikeusyksikkö
CCX	<i>Chicago Climate Exchange</i>
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i> puhtaan kehityksen mekanismi
CER	<i>Certified Emission Reduction</i> CDM-hankkeessa todennettu ja sertifioitu päästövähennys
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidi
CO <sub>2</sub> e/ CO <sub>2</sub> ekv.	<i>Carbon dioxide equivalent</i> ekvivalenttinen hiilidioksidi, kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta
COP	<i>Conference of the Parties</i> YK:n ilmastosopimuksen osapuolikokous
COP-7	<i>Conference of the Parties</i> Marrakesh, 2001 (Marrakeshin sopimus)
COPS	<i>Carbon Offset Sales Program</i>
DE	<i>Deforestation</i> Metsän hävittäminen
DNA	<i>Designated National Authority</i>

ER	<i>Emissions Reduction</i> , päästövähennys
ERPA	<i>Emission Reduction Purchase Agreement</i> päästövähennemien ostosopimus
ERU	<i>Emissions Reduction Unit</i> päästövähennysyksikkö, JI mekanismin hankkeen tuloksena saatu todennettu päästövähennys
ET	<i>Emission Trade</i> päästökaupankäynti
ETS	<i>Emissions Trading System</i> päästökauppajärjestelmä
EUA	<i>EU Emission Allowance</i> EU:n päästövähennysyksikkö
EUA_AAU	Kauden 2008-2012 EUA-oikeus, joka on muunnettu valtion päästökauppatilillä olevasta AAU-yksiköstä
EU ETS	Euroopan Unionin päästökauppajärjestelmä
GHG, KHK	<i>Greenhouse gas</i> kasvihuonekaasu
GS	<i>the Gold Standard</i>
IET	<i>International Emission Trade</i> kansainvälinen päästökauppa, Kioton pöytäkirjan määrittelemä joustomekanismi
IFM-hanke	<i>Improved Forest Management</i> tehostettu metsänhoito -hanke
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli
ITL	<i>International Transaction Log</i> YK:n ilmastososopimussihteeristön keskusrekisteri Kioton pöytäkirjan päästöyksiköistä
JI	<i>Joint Implementation</i> yhteistoteutus
MOP	<i>Meeting of the Parties</i> Kioton pöytäkirjan osapuolten kokous
LULUCF tai LULUC-F	<i>Land Use, Land Use and Change and Forestry</i> maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous
NZU	<i>New Zealand Unit</i> Uuden-Seelannin päästöoikeusyksikkö
OTC-market	<i>Over-The Counter –market</i> , kahdenvälinen hankintakauppa
pCER	<i>Primary Certified Emission Reduction</i> ensimarkkinan CER-päästövähennysyksikkö
pERU	<i>Primary Certified Emission Reduction</i> ensimarkkinan ERU-päästövähennysyksikkö
RE-hanke	<i>Reforestation</i> metsänuudistushanke

REDD	<i>Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i> päästöjen vähentyminen metsäkadosta ja metsien laadullisesta huonontumisesta sekä harventumisesta johtuen
RGGI	<i>Regional Greenhouse Gas Initiative</i> aloite alueellisesta kasvihuonekaasujen vähentämisestä Yhdysvalloissa
RMU	<i>Removal Unit</i> poistoyksikkö, nielujen lisäyksistä saatava päästöyksikkö
sCER	<i>Secondary Certified Emission Reduction</i> jälkimarkkinassa vaihdettu CER-termiini
sERU	<i>Secondary Certified Emission Reduction</i> jälkimarkkinassa vaihdettu ERU-termiini
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> ilmastosopimus, ilmastonmuutosta koskeva YK:n puitesopimus
VCO	<i>Voluntary Carbon Offset</i> vapaaehtoismarkkinan päästöyksikkö
VCS	<i>Voluntary Carbon Standard</i>
VER	<i>Voluntary Emission Reduction</i> vapaaehtoisuuteen perustuva päästöyksikkö, myös <i>Verified Emission Reduction</i> , todennettu päästöoikeusyksikkö
WCI	<i>The Western Climate Initiative</i>

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tavoite kasvihuonekaasujen vakiinnuttamiseksi ilmakehässä on ollut kansainvälisen ilmastopolitiikan selkeä ja keskeinen periaate jo 1990-luvun alkupuolelta. Tavoitteena on, etteivät ihmisen toiminnasta aiheutuvat päästöt pääse vaikuttamaan vaarallisesti ilmastoon (Takeuchi Waldegren 2012, s.5). Saastuttamisen katsotaan olevan seurausta ympäristöhyödykkeen puutteellisesti määritellyistä omistusoikeuksista (Pearce ja Turner 1990, s.16-17). Yhteiskunta on pyrkinyt kontrolloimaan saastuttamista hallinnollis-oikeudellisella ohjauksella esimerkiksi lainsäädännön kautta. Päästöille voidaan asettaa määrään perustuvat raja-arvot tai määritellä, millaista ympäristöä suojelevaa tekniikkaa tulee käyttää. Saastuttamista voidaan vähentää myös taloudellisten ohjauskeinojen avulla. Ohjauskeinona voidaan käyttää verotusta, joka voi kohdistua tuotannontekijöihin tai kulutukseen. Puhtaan ympäristöteknologian kehittämisen ja verotuksen lisäksi ilmakehän hiilidioksiinimäärän vakiinnuttamiseen tarvitaan kuitenkin myös markkinavetoisia päästöjen vähentämisstrategioita.

Päästövähennysvelvoitteiden täyttämisen ja päästövähennyskustannusten alentamisen välineeksi on kehitelty päästökauppajärjestelmiä. Järjestelmien perusidea on allokoida negatiiviset ulkoisvaikutukset markkinaosapuolille ja sallia niiden osto ja myynti. Päästövähennyskauppa on monien mielestä innovatiivisin ja kustannustehokkain tapa, jolla voidaan luoda kysyntää uusille puhtaille energiatekniikoille ja samalla hinnoitella päästöjä ja kannustaa ihmisiä päästöjen vähennykseen (Bayon ym. 2009, s. 3). Päästökaupassa toimijat voivat saavuttaa päästövähennysvelvoitteensa, joko tekemällä toimenpiteitä omassa tuotannossaan tai ostamalla päästöoikeuksia muilta toimijoilta.

Velvoitteisiin perustuvien päästövähennysmarkkinoiden rinnalle on nopeasti kehittyvässä vapaaehtoisuuteen perustuvia päästökauppajärjestelmiä (Meckling 2011, s. 167, Streck ym. 2010, s. 21). Talousteorian mukaan markkinamekanismi johtaa taloudellisen toiminnan järjestymiseen tehokkaimmalla mahdollisella tavalla.

Sääntelyyn perustuvilla markkinoilla kysyntä ja tarjonta syntyvät velvoitteiden täyttämistä, mutta vapaaehtoisuuteen perustuvilla markkinoilla kysynnän ja tarjonnan on synnyttävä ilman pakkoa. Jos vapaaehtoisuuteen perustuvilta päästömarkkinoilta halutaan toimivuutta ja tehokkuutta, joka tuottaa suurimman hyödyn yhteiskunnalle, on oleellista, että talouden markkinamekanismit toimivat myös näillä markkinoilla. Vapaiden markkinoiden tehokkaan toiminnan ehtojen täyttymisen edellytys on, että hinnat johtavat informaatiota tehokkaasti tuottajien ja kuluttajien välillä. Tähän päästään täydellisen kilpailun avulla, jossa yksittäinen ostaja tai myyjä ei voi vaikuttaa markkinahintaan.

Hiilen kaupankäyntijärjestelmä on yksi esimerkki luonnon arvojen muuntamisessa kaupankäyntikelvolliseksi hyödykkeeksi. Ekosysteemipalveluita eli luonnon tuottamia tärkeitä hyödykkeitä ja palveluita on hyödynnetty yleisesti ja niille on ajan myötä muotoutunut myös kaupankäynnin edellytykset, joihin pidetään kaupattavan ilmiön tuotteistamista ja omistusoikeuksien määrittelyä, markkinoille pääsyä ja niiltä poistumisen vapaaehtoisuutta, tarkoituksenmukaisen tiedon riittävyttä ja säänneltyä kauppaprosessia (Bishop 2004, s. 163-164). Jotta luonnonarvosta voidaan tehdä kaupan kohteena oleva hyödyke, se täytyy tavalla tai toisella tunnistaa ja erottaa ympäristöstään. Hiilipäästön vähennys saadaan muunnettua vaihdettavaan muotoon yleensä jonkin tarkoin määritetyn päästövähennyshankkeen avulla (Bumbus ja Liverman 2008, s. 134).

Covell ym. (2011, s. 6) mukaan päästövähennyshankkeiden toteuttajina ovat perinteisesti toimineet valtiot eikä yksityisellä sektorilla tai kansainvälisillä markkinoilla ole ollut suurta roolia. Valtion hankkeiden vaikutus on luonut kansalaisille yleistä hyötyä, mutta hankkeiden ominaisuuksiin on kuulunut muun muassa julkisen maan hyväksikäyttäminen tai hiiliyksiköiden vaatiminen kansallisiin tarkoituksiin välittämättä todellisista maanomistusoikeuksista. Esimerkiksi nämä ominaisuudet luovat kilpailuun epätäydellisyyttä, joka johtaa markkinoiden tehostumukseen. Yksityiseltä sektorilta puuttuu markkinavoimaa vastaavankaltaiseen toimintaan, joten tämän perusteella yksityisen sektorin osallistuminen markkinoille voisi lisätä markkinoiden tehokkuutta ja hyötyä yhteiskunnalle.

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksessa tarkastellaan vapaaehtoismarkkinoilla kaupankäynnin kohteena olevien metsähankkeisiin perustuvien hiilipäästöyksiköiden markkinoiden kysyntää ja tarjontaa, päästökaupankäynnin käsitteitä sekä päästömarkkinoiden tarjontaketjua. Tutkimuksessa markkinoita tarkastellaan kansainvälisestä ja kotimaisesta näkökulmasta. Tarjontaketjuun kuuluvat tuotteen luonti, tuotteen todentaminen, tuotteet jakelu ja tuotteen kulutus. Tutkimuksessa on tarkoituksena selvittää, kuinka hyvin markkinat täyttävät täydellisen kilpailun ehdot. Täydellisen kilpailun aksioomat eli peruslauseet kehitti ranskalainen taloustieteilijä ja matemaatikko Gérard Debreu (1959). Hän rakensi täydellisten markkinoiden teorialle määritelmän, jota voidaan käyttää päättelyssä muiden tulosten todistamiseen. Hän osoitti uudella lähestymistavalla välttämättömät ja riittävät ehdot markkinoiden tasapainolle. Markkinoiden analyysin pohjaksi tutkitaan teoriaa hinnan muodostuksesta, täydellisestä kilpailusta ja kilpailullisista markkinoista. Tutkimuksen empiriaosuudessa analysoidaan päästöyksikön luomista, hankeprosessia, todentamista ja markkinapaikkoja. Päätelmissä nivotaan yhteen empiriaosuuden tuloksia ja esitetään kokonaisnäkemys tutkimusaiheesta sekä tarkastellaan tutkimuksen validiutta ja reliabiliteettia.

Tutkimuskysymykset on asetettu seuraavasti:

- Ovatko vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat kilpailullisten markkinoiden mallin mukaisia eli kuinka hyvin ne täyttävät täydellisen kilpailun ehdot: (Pekkarinen ja Sutela 1986, s. 18, Tomek ja Robinson 2003, s. 86–87, Mankiw ja Taylor 2006, s. 63–64)
1. Myyjiä ja ostajia täytyy olla niin monta, ettei kukaan heistä pysty yksin vaikuttamaan markkinahintaan eli yksittäinen toimija on niin sanotusti hinnan ottaja.

2. Kaikkien myyjien hyödykkeiden täytyy olla samanlaisia eli riittävän homogeenisia, jolloin eri tuottajien hyödykkeet ovat toistensa substituuotteja. Silloin ostajalla ei ole mitään syytä pitää yhden tuotetta toisen tuotetta parempana.
3. Kaikilla markkinoiden osapuolilla pitää olla täydellinen informaatio hyödykkeistä, niiden hinnoista ja kaikista omiin päätöksiinsä vaikuttavista tekijöistä, esimerkiksi preferensseistä tai tuotantotekniikoista.
4. Yrityksillä ja tuotantotekijöillä täytyy olla vapaa liikkuvuus markkinoille ja niiltä pois.

Tutkimuskysymyksiin on tarkoitus vastata kirjallisuuden pohjalta.

Tarve tutkimukselle perustuu Suomen Kansalliseen metsäohjelmaan 2015 (2011, s.30), joka määrittelee erääksi tavoitteekseen, että metsien hoidossa, käytössä ja suojelussa edistetään metsien hiilinieluvaikutusta ja metsien sopeutumista ilmastonmuutokseen. Ohjelmassa ehdotettu toimenpide tavoitteen saavuttamiselle on toimintamallien selvitys metsien hiilinielukaupalle tai -vuokraukselle. Päästökaupasta ovat olleet kiinnostuneita myös Suomen työ- ja elinkeinoministeriö sekä ympäristöministeriö.

### **1.3 Aikaisemmat tutkimukset**

Suomessa on tutkittu vähän vapaaehtoista metsään liittyvää päästökauppaa, Kioton pöytäkirjaan liittyvää päästökaupankäynnin tutkimusta sen sijaan tehty enemmän. Päästökaupankäyntiä on käsitelty muun muassa kauppa- ja teollisuusministeriölle tehdyssä Kansallisen ilmastostrategian taustaselvityksessä (2001). Helsingin yliopistossa on tutkittu esimerkiksi päästölupamarkkinoiden vahvuuksia ja heikkouksia verrattuna muihin Kioton päästömekanismien menetelmiin ja kaupattavien päästölupien ulkoisvaikutusta päästöjä korjaavana menetelmänä (McCabe 2004). Heikkosen (2002) pro gradu -tutkielmassa tarkasteltiin



päästökauppajärjestelmän teoreettisia ominaisuuksia olosuhteissa, joissa päästölupamarkkinat olivat epätäydellisesti kilpailevia tai intertemporaalisia ja informaatio päästövähennyskustannusten suhteen oli epäsymmetristä. Liski (2000a, 2000b, 2001, Liski ja Virrankoski 2000, Liski ja Montero 2005) on kirjoittanut useita artikkeleita päästölupiin perustuvista markkinoista. Raporttien taustalla on tutkimusta projektikohtaiseen päästökauppaan liittyvistä tehokkuustappioista ja siitä kuinka päästölupien ennakkojako on kriittinen tekijä pitkän aikavälin päästömarkkinoiden onnistumiselle. Marjosola (2008) on kirjoittanut hankemekanismeista kansainvälisessä ilmastopolitiikassa.

Metsiin liittyvästä nielukaupasta on kirjoitettu Induforin (2000) tutkimuksessa, jossa tutkittiin tarkemmin nielukauppaa metsätalouden kannalta. Metlan hankkeessa numero 3306, Metsien hiilinielu ja Kioton sopimuksen toteuttamisen taloudelliset kustannukset tutkittiin vuosina 2000-2003 erityyppisiä hiilinieluihin liittyviä kysymyksiä (Metsäntutkimuslaitos 2012). Metlan hankkeessa saatiin tuloksia muun muassa kysymyksiin metsien hiilinielujen ja -varastojen arvioiden luotettavuuteen vaikuttavista erityyppisistä tekijöistä (Peltoniemi 2007). Tuloksena oli myös yhteenveto eurooppalaisista puulajien tilavuus- ja biomassayhtälöistä (Zianis ym. 2005). Puuston biomassan arviointimenetelmiä tarvitaan YK:n ilmastopöytäkirjan edellyttämän metsien hiilitaseiden laskennan työkaluiksi. Hankkeen tuloksena syntyi myös tutkimus siitä, kuka hyötyy hiilinieluista (Pohjola ym. 2002). Kerkelä (2009) jatkoi samasta aiheesta esseessään Kioton pöytäkirjan mukaisista nieluhyvitysten vaikutuksista kansantaloudellisiin ja sektorikohtaisiin kustannuksiin.

Hiilensidontaan liittyvää tutkimusta on tehnyt mm. Nerg (2009). Hän on pro gradu - tutkielmassaan tutkinut muun muassa sitä, mikä on metsänomistajan taloudellisen optimikasvatuksen ja optimikasvatusta kiertoajaltaan 10, 20 ja 30 vuotta pidempien metsänkasvatusten hiilensidonnassa suhde. Cao ym. (2010) on väitöskirjassaan tutkinut, miten harvennusohjelmia muokkaamalla perinteinen metsänhoito voidaan mukauttaa metsävarojen käytön erilaisiin tavoitteisiin, kuten puuaineen laatu, metsäbioenergia ja hiilen sidonta. Myös metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutusta, lähinnä metsän kiertoajan pituuden ja harvennusten vaikutusta hiilensidontaan on tutkittu muun muassa Pohjolan ja Valstan (2007) tutkimuksessa.

Ulkomaisia akateemisia tutkimusraportteja ja aiheesta kirjoitettuja englanninkielisiä kirjoja löytyy runsaasti. Monitieteinen viittaus- ja tiivistelmätietokanta Scopus antaa hakusanoille forest ja carbon ja markets 509 osumaa (4.12.2012), joista kaikki artikkelit on kirjoitettu vuoden 1991 jälkeen. Lisäämällä hakuehtoihin sanan voluntary tai verified tulee tieteellisten artikkelien osumiksi 54 dokumenttia. Samaan aikaan Science Direct hakukoneella tehdyllä etsinnällä Elsevier tietokannasta tulokseksi tulee 13920 ja 1861 artikkelia. Aiheesta hiilimarkkinat on kirjoitettu satoja kirjoja. Haulla, joka suoritettiin 5.12.2012 Amazon.com-kirjahakupalvelussa, saatiin tulokseksi haulla carbon ja markets 882 ympäristötieteisiin liittyvää kirjaa, ja forest ja carbon ja markets 85 englanninkielistä kirjaa.

Maailmalla toimii vapaaehtoiseen metsähiilimarkkinoihin erikoistunut tutkimuslaitos Ecosystem Marketplace, joka on voittoa tavoittelemattoman Forest Trendsin hanke. Se on johtava tietolähde uutisille, datalle ja analyyseille ekosysteemipalveluiden markkinoista ja maksuista (Overview about... 2012). Ekosysteemipalveluja ovat muun muassa veden laatu, hiilensidonta ja biodiversiteetti (Overview about... 2012). Johtavaksi riippumattomaksi uutisten, analyyseiden ja konsultointipalveluiden tarjoajaksi markkinoi itseään myös Thomson Reutersin Point Carbon. Se tarjoaa markkinatietoa energiasta, kaasusta ja hiilidioksidimarkkinoista. Sillä on yhteensä yli 55000 asiakasta, jotka ovat johtavia energiayhtiötä, rahoituslaitoksia, organisaatioita tai hallituksia yli 150 maassa (Point Carbon 2012). Näiltä tutkimuslaitoksilta löytyy runsaasti aihetta käsittelevää tilastotietoa.

## **1.4 Viitekehys**

Talousteoriassa markkinaosapuolien toiminta määritellään kysynnän ja tarjonnan mallin avulla. Malli on teoreettinen ja se kuvaa, kuinka kilpaillut markkinat toimivat. Malli pitää sisällään seuraavat elementit: kysynnän, tarjonnan, kysynnän ja tarjonnan muuttumiseen vaikuttavat tekijät, tasapainohinnan ja kuinka se muuttuu, kun kysyntä tai tarjonta muuttuu (Krugman ja Wells 2006, s. 57.).

Metsähiilipäästöyksiköiden kysyntä muodostuu monista osapuolista ja organisaatioista, jotka ovat niin julkisia kuin yksityisiäkin. Niiden sijoituksia ja ostoja ohjaa edelleen kehityksessä olevat kansainväliset, kansalliset ja alueelliset ilmastopolitiikat. Bayonin ja kumppaneiden (2009) mukaan sekä instituutit että yksityiset voivat hankkia päästöyksiköitä monin eri tavoin, mutta yksinkertaistettu vapaaehtoinen hiilimarkkinatarjontaketju tyypillisesti sisältää seuraavat vaiheet: (Bayon ym. 2009, s. 20)

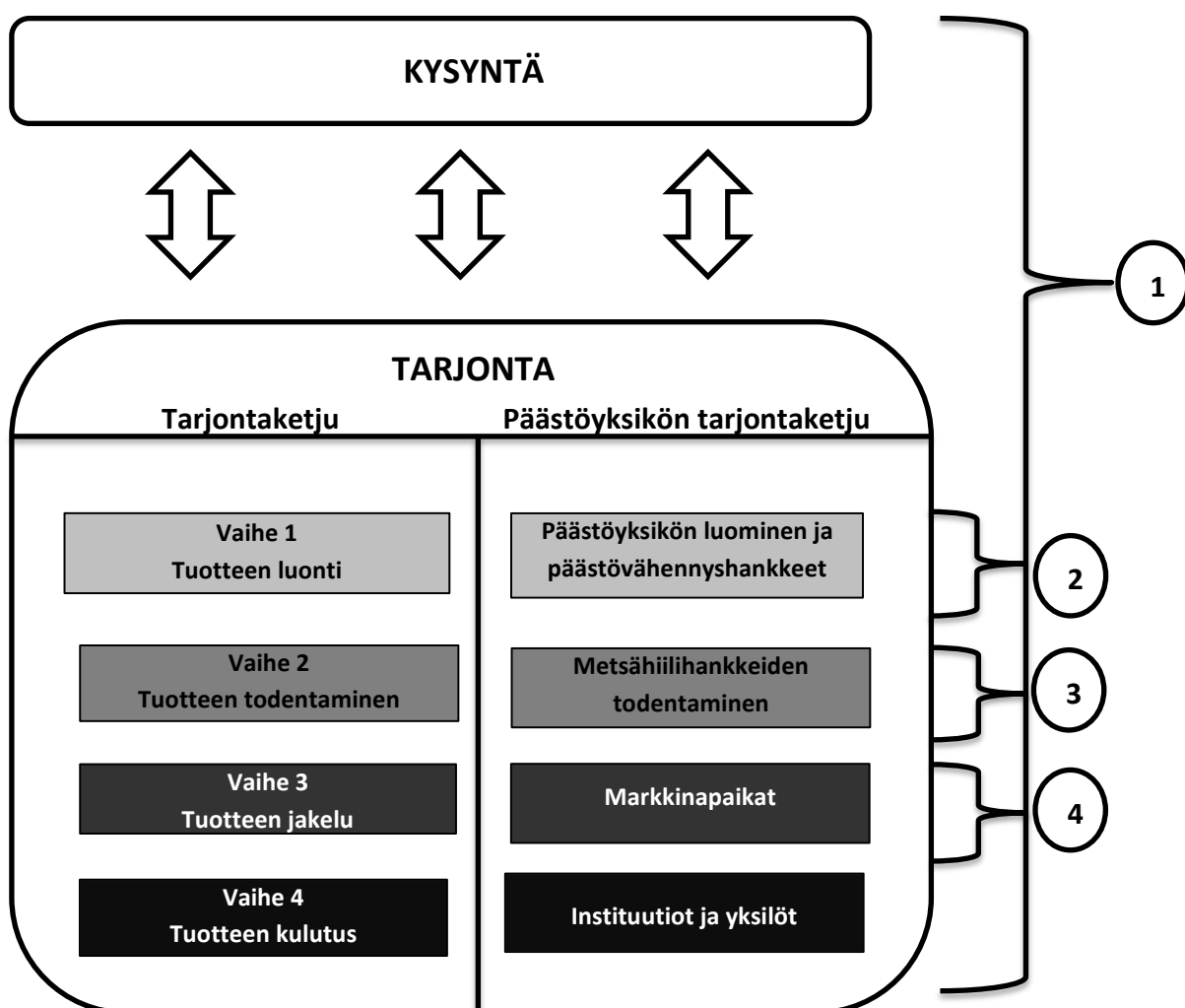
- Projektin tai projekti-idean luonti
- Projektista saatavan päästön vähenemisen mittaaminen ja varmennus jollakin standardilla, jolloin päästöoikeus muodostuu
- Päästöoikeus myydään välittäjälle ja välittäjä myy päästöyksikön yrityksille tai yksityisille

Kuvassa 1 selvennetään hiilimarkkinoiden kysyntää ja yksinkertaistettua tarjontaketjua, joka toimii tutkimuksen viitekehyksenä. Viitekehyksen avulla kysyntä ja tarjonnan tarjontaketju jaetaan osiin. Tutkimuskysymystä numero 1 tutkitaan kysynnän ja tarjonnan kokonaisuuksien kautta. Tarjonnassa tarjontaketju jaetaan osiin ja niille etsitään vastaavat toiminnot päästöyksikön tarjontaketjusta ja tutkitaan, kuinka hyvin nämä osa-alueet täyttävät täydellisen kilpailun ehdot eli tutkimuskysymykset numerot 2-4.

Päästöyksiköiden kaupankäynnin käsitteitä selvennetään luvussa päästökaupankäynti. Luvussa luodaan katsaus eri päästömarkkinainstrumentteihin, päästöjen kiintiöittämisjärjestelmiin ja päästömarkkinoihin. Tutkimuskysymystä numero yksi, eli hinnan muodostumista, tutkitaan luvussa päästöyksikön hinnan muodostuminen. Tutkimuskysymykseen liittyvässä osiossa tutkitaan kilpailullisten markkinoiden toiminnan teoreettista taustaa, päästökaupan hintateoriaa sekä kysynnän ja tarjonnan tasapainoa.

Tarjontaketju jakaantuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä, tuotteen luonti -vaiheessa, tarkastellaan metsien kykyä toimia apuna päästöjen hallinnassa ja sitä, minkä

tyyppisiä hankkeita on tähän tarkoitukseen luotu. Ensinnäkin tarkastellaan, onko metsillä ylipäättään kykyä toimia apuna hiilidioksidin sitomisessa ilmakehästä ja minkä tyyppisiä hankkeita on tähän mennessä käytetty. Osassa esitellään erilaisia hiilinieluvaikutuksen aikaansaavia toimenpiteitä ja erityistä huomiota saavat puutuotehankkeet. Toista tutkimuskysymystä tarkastellaan tarjontaketjun ensimmäisessä osassa luvuissa päästöyksikön erilaistavat toimenpiteet ja päästövähennyshankkeiden prosessit ja kehittäjät. Näissä luvuissa tutkitaan, ovatko kaikki päästöyksiköt riittävän samanlaisia eli riittävän homogeenisia, jotta täydellisen kilpailun toinen ehto täyttyy.



Kuva 1. Bayonin (2009) ja Leonardin (2009) vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden yksinkertaistettu tarjontaketju lisättynä päästöyksikön tarjontaketjulla. (Bayon ym. 2009, s. 20, Leonard 2009, s.15)

Toisessa tarjontaketjun vaiheessa käsitellään todentamista eli eri standardeja, todentajia ja rekistereitä. Luvussa metsähiilihankkeiden ominaisuuksien todentaminen ja läpinäkyvyys käydään läpi erilaisia sertifiointiohjelmia tai standardeja, joita on olemassa tai pian tulossa käyttöön todentamaan metsähiilihankkeista saatuja päästöyksiköitä, jotta ne voidaan hyväksyä eri markkinoille. Osio käsittelee kolmatta tutkimuskysymystä, eli täydellisen kilpailun kolmatta ehtoa siitä, että hyödykkeiden ominaisuuksista vallitsee täydellinen tietämys. Hankkeiden todentaminen on keskeinen toiminto, jolla voidaan saada varmuus siitä, että hankkeessa saatu yksikkö todella perustuu päästöjen vähennykseen ja että sen käyttäminen kompensoi vastaavan verran päästöjä. Todentaminen ja sertifiointi määrittelevät päästöyksikön laadulliset ominaisuudet ja saattavat ne vertailukelpoisiksi.

Kolmas tarjontaketjun vaihe on tuotteen jakelu. Markkinoiden muodostumisessa tarvitaan kysynnän ja hankkeissa luotujen yksiköiden lisäksi myös markkinapaikkoja, joissa yksiköiden vaihtaminen tapahtuu. Vapaaehtoisuuteen perustuvat markkinat viittaavat kaikkiin vapaaehtoisiin hiiliyksiköiden ostoihin ja myynteihin järjestäytyneiden säänneltyjen markkinapaikkojen ulkopuolella. Neljäs täydellisen kilpailun ehdoista ja tämän tutkimuksen neljäs tutkimuskysymys on ehdon markkinoille vapaa pääsy ja niiltä poistuminen täyttyminen. Ehtoa tutkitaan markkinat ja kaupankäyntiin osallistuminen luvussa, jossa tarkastellaan erilaisia säänneltyjä ja vapaita markkinapaikkoja. Osiossa on tarkoitus selvittää, millä tavoin hankkeista luotu yksikkö voidaan myydä ostajalle ja millaiset jälkimarkkinat yksiköillä on

Neljän tarjontaketjun osa on tuotteen kulutus. Päästöoikeus kulutetaan, kun se mitätöidään, eli käytetään kompensoimaan aiheutettuja päästöjä. Koska tapoja kuluttaa on vain tämä yksi, jätetään tarjontaketjun viimeinen vaihe tutkimuksen ulkopuolelle.

## 1.5 Aineisto ja menetelmä

Tutkimus perustuu kirjallisuuteen, jota aiheesta on kirjoitettu. Tutkimusote on kvalitatiivinen eli laadullinen. Saatua tietoa analysoidaan sisällönanalyysin avulla. Sisällönanalyysissa tutkimusaineistosta erotetaan samanlaisuudet ja erilaisuudet. Aineiston luokittelu perustuu teoreettiseen viitekehykseen. Analyysin teoreettinen perusta muodostuu taloustieteen ja markkinatalouden teorioista ja käsitejärjestelmistä. Niiden perusteella muodostetaan väljä analyysirunko, jonka avulla aineistoa pelkistetään. Kun laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysi on tehty, empiirisestä aineistosta on prosessin avulla muodostettu käsitteellinen näkemys tutkittavasta ilmiöstä.

Tutkimus suoritettiin siten, että tutkimuksen kysymyksiin pyrittiin löytämään vastauksia mahdollisimman useasta eri lähteestä. Tutkimuksessa käytettiin yli 160:tä eri lähdettä. Tietoa etsittiin muun muassa hiilipäästömarkkinoita käsittelevistä kirjoista (18 kpl), erilaisista selvityksistä ja työraporteista (29 kpl), vertaisarvioituista tiedeartikkeleista (35 kpl) ja oppikirjoista (11 kpl). Lisäksi käytettiin hyväksi aiheesta tehtyjä kotimaisia ja ulkomaisia lopputöitä, keskustelualoitteita ja kotisivuja. Kirjallisuuden etsinnässä auttoivat erilaiset tiedonhakuportaalit ja kansainväliset julkaisutietokannat muun muassa Scopus, jossa julkaistaan vertaisarvioitua tutkimuskirjallisuutta. Monella yliopistolla kotimaassa ja ulkomailla on hyvät elektroniset kirjastot, joissa julkaistaan tutkielmia ja väitöskirjoja. Myös monet tutkimuslaitokset kuten esimerkiksi *The Stockholm Environment Institute* (SEI) julkaisevat tutkimuksiaan verkossa. Yleisimmin käytetyt hakusanat olivat *voluntary* ja *carbon* ja *markets*.

Markkinoiden uutuudesta johtuen myös sitä tutkivia riippumattomia tutkimuslaitoksia on erittäin rajallisesti. Yleisesti luotetaan Maailmapankin tilastoihin ja niitä käytetäänkin yleisesti lähteinä eri tutkimuksissa. Itsenäisenä pidetään myös *the Ecosystems Marketplace* (EM), joka kokoaa tietoa erityisesti vapaista hiilimarkkinoista sekä metsähiilimarkkinoista. EM toteuttaa vuosittain kyselytutkimuksia alan eri toimijoille ja kokoaa tulosten perusteella *the State of the Voluntary Carbon Market* sekä *the State of the Forest Carbon Market* -

## markkinatutkimukset

Tutkimukseen on valikoitu standardeja, markkinapaikkoja ja hanketyyppejä niiden suosituimmuuden tai metsään liittyvien ominaisuuksien perusteella. Suosituimmuus on määritelty EM tilastojen mukaan. Metsään liittyvien metodologiien osalta on lueteltu pääsääntöisesti kaikki. Päästövähennyshankkeiden käsittely keskittyy vapaiden markkinoiden *Voluntary Carbon Standardin* (VCS) -hankkeisiin, sillä se on ylivoimaisesti suosituin. Mukaan on otettu mukaan myös säänneltyjen markkinoiden CDM-standardi, joka toimii myös usean itsenäisen hankkeen standardina. Esimerkiksi maailman luonnonsuojeluliiton *Gold Standard* (GS) on periaatteiltaan samankaltainen CDM-standardin kanssa.

## 2 PÄÄSTÖKAUPANKÄYNTI

### 2.1 Päästömarkkinainstrumentit

Vapaaehtoisuuteen perustuvat ja säännellyt markkinat osataan erottaa toisistaan erikoistuneessa kirjallisuudessa, mutta julkinen media ei aina osaa tehdä eroa eri vähennysoikeuksien tai päästöoikeuksien kesken. Tämä johtuu osaksi niiden perustavanlaatuisista samankaltaisuuksista ja siitä, että ainakin teoriassa kaikki hiilen päästöoikeudet tai päästövähennykset edustavat yhden hiilidioksiditonnin päästöä (Takeuchi Waldegren 2012, s. 29).

Yhden hiilen päästöoikeusyksikön *credit* tai *offset*, voi saada, jos pystyy vähentämään hiilidioksidipäästöä yhden tonnin edestä. Muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin määrät muunnetaan hiilidioksidiekvivalenteiksi ts. lämmitysvaikutukseltaan vastaavaksi hiilidioksidimääräksi. Tätä saatua päästöyksikköä voi käyttää kompensoimaan päästöä jossain muualla. Esimerkiksi kasvihuonekaasuvähennykseen oikeuttava hanke voidaan toteuttaa ulkomailla ja käyttää sitä vastaava päästöyksikkö kattamaan päästöä kotimaassa.

Kioton pöytäkirjaan (UNFCCC 2002) määriteltiin kolme joustavaa mekanismia, joilla mahdollistettiin päästövähennyksen toteutus kustannuksiltaan edullisimmassa maassa, missä tahansa ympäri maapalloa. Mekanismien kehittämiseen vaikutti se, että Bumpus ja Livermanin (2008, s. 128) mukaan kehittyneissä maissa päästöyksiköiden ostaminen kehittyvistä maista koettiin helpommaksi, halvemmaksi ja nopeammaksi keinoksi päästä päästötavoitteisiin, kuin kasvihuonekaasujen alentaminen kotimassa ja niihin liittyvät kalliit tai poliittisesti vaikeat päätökset

Ensimmäinen mekanismi on päästökauppa, *International Emission Trading Mechanism* (IET). Kioton pöytäkirjan mukainen markkinajärjestelmä on käytössä Euroopassa ja sitä nimitetään *European Union Emissions Trading Scheme*ksi (EU ETS). Järjestelmässä päästövähennyskauppaa käydään sellaisten maiden välillä, mitkä ovat molemmat sitoutuneet pöytäkirjan päästövähennyksiin. Kauppaa käydään sallituilla päästömääräyksiköillä *Assigned Amount Unit* (AAU), jotka on jaettu kunkin



Kioton pöytäkirjan osapuolen päästökiintiön mukaisesti. Valtio saa rekisteröidä sallitun päästömäärän mukaisen määrän AAU-yksiköitä valtion tilille päästökaupparekisterissä. Euroopan Unionissa AAU-yksiköistä konvertoidun päästöoikeusyksikön tunnus on EUA. Nämä oikeudet myönnetään laitoksille vuosittain 28. helmikuuta. Kioton kauden 2008-2012 EUA:t eroavat seuraavan kauden 2013-2020 yksiköistä lisämerkinnällä \_AAU

Toinen mekanismi on kehittyvien maiden hankekohtainen mekanismi, jossa kehittyneet maat saavat käyttää hyväkseen kehittyvien maiden hankkeissa luotuja päästövähennyksiä, joilla ne voivat kompensoida omia päästöjensä. Mekanismin nimitetään puhtaan kehityksen mekanismiksi, *Clean Development Mechanism* (CDM) -hankemekanismi. Se suunniteltiin toimimaan yksityisen sektorin kanssa, jotta se pystyisi edistämään ja tehostamaan kehittyvien maiden siirtymistä ja pääsyä ympäristöystävällisesti järkevään teknologiaan. Teollisuuden edustajat aktiivisesti myötävaikuttivat sen suunnitteluun ja perustamiseen. Kun CDM tuotiin Kiotoon vuonna 1997, sen piti toimia rahastona kehittyvien maiden kestävä kehityksen projekteille, mutta siitä muokattiin hankemekanismi, joka tarjosi kehittyneille maille hiilen päästöyksiköitä ja kehittyville maille rahoitusta hiilen vähentämisprojekteihin (Bumpus ja Liverman 2008, s. 132). Hankemekanismi edusti eräänlaista päästökauppaa, jolla luotiin maille mahdollisuus joustaa Kioton pöytäkirjassa säännellystä velvoittavasta päästökatoista. CDM-hankkeissa syntyy sertifioituja päästövähennyksiä, joille on annettu lyhennys CER eli *Certified Emissions Reduction*.

Kolmas mekanismi on Itä-Euroopan siirtymävaiheessa olevien talouksien päästövähennyshankkeet eli *Joint Implementation* (JI) -yhteistoteutushankkeet. Myös tässä hankekohtaisissa mekanismeissa päästövähennyksiin sitoutuneet maat saavat hankkia päästövähennyksiä muilta pöytäkirjan ehtoihin sitoutuneilta mailta (Hepburn 2007, s. 375, Bumpus ja Liverman 2008, s. 128). Erona CDM-hankkeeseen on hankkeen sijaintimaa, joka voi kehitysmaan sijaan olla niin sanottu siirtymätalousmaa. JI-hankkeet tuottavat *Emission Reduction Unit* (ERU) -päästövähennysyksikköjä. Lisäksi käytössä on myös poistoyksikkö eli *Removal Unit* (RMU), joka syntyy nielutoimenpiteillä saaduista nielujen lisäys -hankkeissa, joissa vähennetään päästöjä. Myös RMU-yksiköillä voidaan käydä kauppaa

kansainvälisesti ja ne kelpaavat myös EU:n päästökauppajärjestelmään.

Hankemekanismeilla tuotettavien yksikköjen lukumäärää ei ole rajoitettu katolla, joten teollisuusmaiden on mahdollisuus siirtää runsaasti päästövähennysponnistelujaan kustannuksiltaan edullisempiin kehitysmaihiin (Valtiontalouden tarkastusvirasto 2009, s.17-18). Samalla esimerkiksi kehitysmaat hyötyvät hankkeista muun muassa teknologian siirron vuoksi sekä yleisen taloudellisen aktiivisuuden lisääntymisen vuoksi.

Rinnakkain CDM-projektien kanssa kehittyi Kioton sopimuksen ulkopuolisia *Verified Carbon Offsetting* (VER) ja *Voluntary Carbon Offsetting* (VCO) -toimintoja, joitten päästöyksiköitä kutsutaan VER-yksiköiksi tai vain VER:si (Takeuchi Waldegren 2012, s. 27). Nämä oikeudet kehitettiin niille yrityksille tai yksityishenkilöille, joitten maat eivät allekirjoittaneet Kioton pöytäkirjaa, kuten esimerkiksi Yhdysvallat, tai ne halusivat toimia vielä tehokkaammin ympäristönsuojelussa, kuin mihin oma kansallinen hallitus oli halukas. Monet ensimmäiset päästöoikeushankkeiden järjestäjät olivat voittoa tavoittelemattomia organisaatioita (Bumbus ja Liverman 2008, s. 132). Erityisen merkille pantavaa vapaaehtoisuuteen perustuvien VER-oikeuksien ja säänneltyjen CER- tai ERU-vähennysyksiköiden välillä on se, että VER-yksiköitä ei voida käyttää kompensoimaan Kioton pöytäkirjan alaisia kiintiöityjä päästövähennystavoitteita toisin kuin CER- tai ERU-yksiköitä (Takeuchi Waldegren 2012, s. 27).

Päästöoikeusyksiköitä ja päästövähennysyksiköitä voi hankkia hankkeissa tai jälkimarkkinoilta *Secondary Markets* (Takeuchi Waldegren 2012, s. 26-27). Kioton pöytäkirjan alaisia päästöyksiköitä on mahdollista hankkia hyvin erityyppisin hankintatavoin. Yksi tapa on suora hankinta säädellyiltä päästökauppajärjestelmistä. Esimerkiksi useat johdannaispörssit tarjoavat CER-futuureja. Valtaosa Kioton päästövähennysyksikkökaupasta ja vapaaehtoismarkkinan päästöoikeusyksikkökaupasta käydään kuitenkin markkinoiden ulkopuolisilla vakioimattomilla toimitussopimuksilla. Toimitussopimukset voivat olla hiilipörssien ulkopuolista kauppaa, eli niin sanottua *Over-The-Counter* (OTC) -kauppaa, jolloin kaupankohteena on valmis rekisteröity päästöyksikkö tai vielä hankemekanismin

tuotantoprosessissa oleva rekisteröimätön syntymässä oleva päästöyksikkö. Hankemekanismeilla tuotettavista CER- ja ERU-yksiköistä tehdään tavallisesti toimitussopimus joko suoraan hankkeentoteuttajan kanssa (kahdenvälinen hanke) tai välillisesti jonkin hiilirahaston kautta. Hiilirahastot solmivat kahdenvälisiä sopimuksia hankkeiden tuottajien kanssa ja välittävät tuotetut päästöyksiköt rahaston toimintasääntöjen mukaan pääomittajilleen.

Päästökauppakaudesta 2008–2012 eteenpäin on tullut mahdolliseksi siirtää yksiköitä edelliseltä päästökauppakaudelta seuraavalle kaudelle. Kaikki Kioton päästöyksiköt (AAU, CER, ERU ja RMU) ovat vaihdantakelpoisia päästöyksiköitä, mutta niiden oikeusperusteinen käyttöarvo ei kuitenkaan ole yhdenmukainen, sillä niiden käytettävyys eroaa tietyin kohdin. CER-, ERU- ja RMU-yksiköiden siirto päästöyksikkörekisterissä Kioton ensimmäisen kauden jälkeiselle ajalle on rajattu. Tämän vuoksi primäärimarkkinoilla eli ensimarkkinoilla, joka tarkoittaa hankemekanismin kautta liikkeeseenlaskettavien yksiköiden markkinoille tuloa, on CER-oikeudet on jaettu kahteen osaan: Kioton pöytäkirjan ensimmäisen kauden (2008-2012) ja toisen kauden (2013-2020) päästöoikeuksiin. Siirtäminen kaudelta toiselle voi tapahtua siten, että päästökauppaviranomainen korvaa päästöoikeustileillä olevat käyttämättömät, eli muut kuin palautetut ja poistetut tai mitätöidyt päästöoikeudet. Käytännössä korvaaminen tapahtuu mitätöimällä edellisen kauden käyttämättömät oikeudet ja myöntämällä tilalle vastaava määrä uuden kauden yksiköitä. CER- ja ERU-yksiköiden siirrolle on rajoituksia. Kioton pöytäkirjan osapuolen on mahdollista siirtää CER- ja ERU-yksiköitä 2,5 prosenttia sallitusta päästömäärästään. Kioton kaudella tuotetut RMU-yksiköt ovat käypiä vain Kioton kauden aikana.

Taulukkoon 1 on koottu päästökauppajärjestelmien kaupankäyntikohteina olevien yksiköiden määrä, arvo ja muutosprosentit vuosien 2010 ja 2011 välillä. Taulukosta ilmenee, että eniten on pääasiassa kiintiöihin perustuvia EUA-yksiköitä niin markkina-arvoltaan kuin myös määrällisesti. EUA:t muodostavat säänneltyjen markkinajärjestelmien osuudesta noin 95 % ja kaikkien päästömarkkinoiden arvosta noin 84 %. Hankkeista syntyneitä CDM-mekanismiin perustuvia CER-yksiköitä on eniten niin spotti- ja jälkimarkkinoilla kuin primäärimarkkinoillakin. Suuret

muutosprosenttien erot CAP-järjestelmien markkinoilla muiden yksiköiden osalta selittyvät pitkälti markkinoiden uutuudella. Esimerkiksi Uuden-Seelannin päästökauppajärjestelmä *New Zealand Emissions Trading Scheme* (NZ ETS), jonka päästöyksikkö on *New Zealand Unit* (NZU), on aloittanut toimintansa vuonna 2008.

Taulukko 1. Säänneltyjen ja vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden määrä ja arvo 2010-2011 (Kosoy ja Guigon 2012, s. 10, Peters-Stanley ja Hamilton 2012 s. 12).

	Määrä 2010	MtCO <sub>2</sub> e 2011	Muutos %	Arvo milj. 2010	USD 2011	Muutos%
<b>Säännellyt CAP-järjestelmät</b>						
EUA (EU ETS)	6 789	7 853	15,67	133 598	147 848	10,67
AAU (Kioton Annex B osapuolet)	62	47	-24,19	626	318	-49,20
RMU (LULUCF-aktiviteetit)		4			12	
NZU (Uusi-Seelanti)	7	27	285,71	101	351	247,52
RGGI (Yhdysvallat)	210	120	-42,86	458	249	-45,63
CCA (Kalifornian osavaltio)		4			63	
Muut	94	26	-72,34	151	40	-73,51
<b>Yhteensä</b>	<b>7 162</b>	<b>8 081</b>	<b>12,83</b>	<b>134 934</b>	<b>148 881</b>	<b>10,34</b>
<b>Spot- ja jälkimarkkina</b>						
sCER (CDM)	1 260	1 734	37,62	20 453	22 333	9,19
sERU (JI)	6	76	1 166,67	94	780	729,79
Muut	10	12	20,00	90	137	52,22
<b>Yhteensä</b>	<b>1 276</b>	<b>1 822</b>	<b>42,79</b>	<b>20 637</b>	<b>23 250</b>	<b>12,66</b>
<b>Primäärimarkkina</b>						
pCER ennen vuotta 2013	124	91	-26,61	1 458	990	-32,10
pCER vuoden 2013 jälkeen	100	173	73,00	1 217	1 990	63,52
pERU	41	28	-31,71	530	339	-36,04
<b>Yhteensä</b>	<b>265</b>	<b>292</b>	<b>10,19</b>	<b>3 205</b>	<b>3 319</b>	<b>3,56</b>
<b>Säännellyt markkinat yhteensä</b>	<b>8 703</b>	<b>10 095</b>	<b>15,99</b>	<b>158 776</b>	<b>175 450</b>	<b>10,50</b>
<b>Vapaaehtoinen päästöoikeusmarkkina</b>						
OTC vaihdettu	128	93	-27,34	422	572	35,55
CCX-markkinapaikka	2	0	-100,00	0,2	0	-100,00
Muut markkinapaikat	2	2	0,00	11	4	-63,64
<b>Yhteensä</b>	<b>132</b>	<b>95</b>	<b>-28,03</b>	<b>433</b>	<b>576</b>	<b>32,96</b>
<b>Vapaaehtoiset markkinat yhteensä</b>	<b>132</b>	<b>95</b>	<b>-28,03</b>	<b>433</b>	<b>576</b>	<b>32,96</b>
<b>KOKONAISSUMMA</b>	<b>8 835</b>	<b>10 190</b>	<b>15,34</b>	<b>159 209</b>	<b>176 026</b>	<b>10,56</b>

Vertailtaessa säänneltyjä ja vapaaehtoisia markkinoita huomataan, että säännellyt markkinat ovat arvoltaan yli 300 kertaa suuremmat. Kun säänneltyjen markkinoiden luvusta laskee pois kiintiöihin perustuvat luvut, markkinoilla vaihdetaan hankkeissa syntyneitä yksiköitä suhdeluvulla 46:1, eli jokaista vapaaehtoista yksikköä kohden noin 46 säänneltyä yksikköä.

## 2.2 Päästön kiintiöittämisjärjestelmät

Päästökauppaan tarvittavia yksiköitä voidaan luoda eri kiintiöimismenetelmiä käyttäen. Yleisimmät päästöjen kiintiöittämisjärjestelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään sekä näiden yhdistelmään: *Cap-and-Trade* (CAP) ja *Baseline-and-Credit* (BAC) -järjestelmiin (Kotila 2003, s. 16). CAP -järjestelmässä hallinto jakaa allokointiaan päästöyksiköitä, jotka antavat yrityksille oikeuden saastuttaa tietty määrä. Kun yksiköitä on vähemmän, kuin mitä yritykset tarvitsevat, niillä voidaan käydä kauppaa. CAP on lähestymistapa, jossa voidaan ohjailla suurta määrää päästöjä erilaisista lähteistä. Järjestelmässä määritellään ensin yleinen kiintiö eli maksimimäärä päästöjä eri lähteistä per velvoitekausi ja päästöylityksistä seuraa voimakkaat sanktiot. Kiintiöksi määritellään se määrä päästöjä, jolla saavutetaan haluttu ympäristövaikutus. Päästöt kiintiöidään ja jaetaan alueen tai toimialan toimijoille. Jako voidaan suorittaa monilla eri perusteilla ja jaon tekee yleensä viranomainen. Suurin sallittu päästömäärä eli päästökatto takaa sen, että toimijoiden kokonaispäästö on halutun suuruinen, sillä päästöyksiköiden määrä ei saa ylittää päästökiintiön määrää.

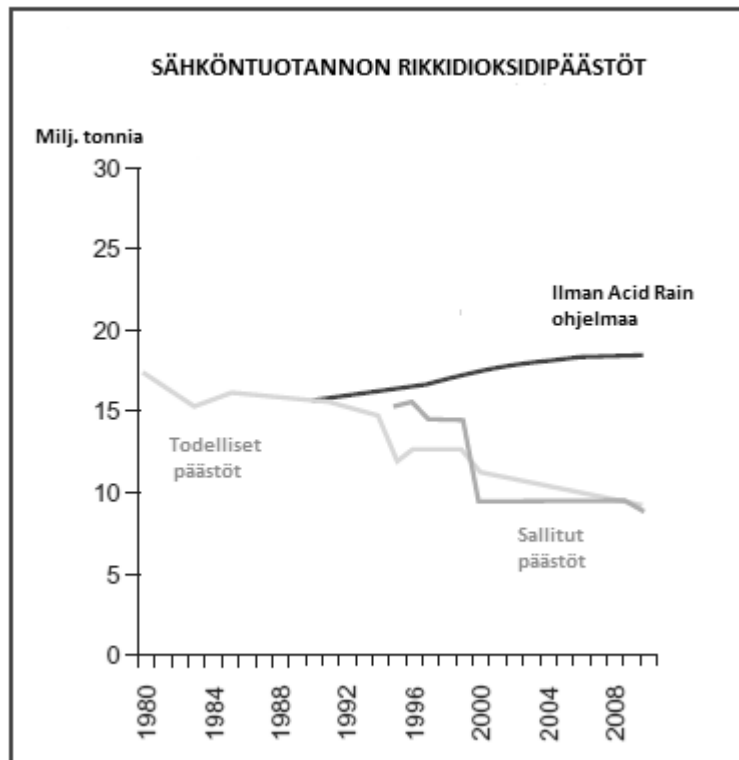
Päästöjä aiheuttavat tahot raportoivat aiheuttamansa päästöt velvoitekauden lopussa ja luovuttavat yhtä paljon päästöyksiköitä. Jaettavaa kiintiötä voidaan asteittain pienentää, mikäli päästötavoitetta halutaan tiukentaa. Päästöyksiköiden kaupankäynnillä mahdollistetaan päästöjä aiheuttavien tahojen omat sääntelyn suunnittelustrategiat, jotka voivat perustua yksilöllisiin tilanteisiin ja olosuhteisiin, kuitenkin niin, että kiintiön kautta yleinen päästövähennys toteutuu.

Yhdysvaltain *the Environmental Protection Agency* (2012) mukaan CAP-järjestelmä toimii erityisesti tilanteissa, joissa:

- Ympäristö tai kansanterveysongelma koskettaa suhteellisen suurta aluetta
- Valvonnan kustannukset vaihtelevat päästölähteen mukaan
- Päästöjä voidaan mitata tarkasti ja johdonmukaisesti

CAP-järjestelmä on osoittanut toimivuutensa Yhdysvalloissa, jossa toimivat *the Acid Rain Program* ja *NOx Budget Program*. Ohjelmat perustuvat liitto- ja osavaltioiden standardeihin, joihin kuuluu muun muassa kansallinen terveyteen perustuva ilmanlaatustandardi. Vuonna 1980 Yhdysvaltain rikkidioksidipäästöt olivat 17,3 miljoonaa tonnia. Vuodesta 2000 SO<sub>2</sub> päästöt rajoitettiin 9,5 miljoonaan tonniin ja vuonna 2010 asetettiin lopullinen kiintiö 8,95 miljoonaan tonniin. Tavoite saavutetaan, kun alussa luotu mittava päästöyksiköiden varanto on käytetty. Kuvassa 2 on esitetty SO<sub>2</sub> päästöjen väheneminen sen jälkeen kun *the Acid Rain Program* on otettu käyttöön.

Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston *Environmental Protection Agency* (EPA) (2012) mukaan ensimmäinen osa *Acid Rain* -ohjelmasta otettiin käyttöön vuonna 1995 ja se käsitti 263 tuotantoyksikköä, joista 110 oli lähinnä hiiltä käyttävää sähkövoimalaa Yhdysvaltojen itäisissä ja keskisissä osavaltioissa. Ohjelman toisessa osassa, vuodesta 2000 eteenpäin, vuosittaisten päästöjen määrää rajoitettiin lisää ja ohjelman piiriin otettiin mukaan myös pienempiä ja puhtaampia laitoksia, jotka käyttivät toiminnassaan, hiiltä, öljyä tai kaasua. Ohjelman piiriin otettiin sähköntuotannon laitokset, jotka ovat suurempia kuin 25 megawattia sekä kaikki uudet laitoksiin.



Kuva 2. Sähköntuotannon rikkidioksidipäästöt Yhdysvalloissa (Environmental Protection Agency 2012).

Yksi päästöyksikkö tarjoaa säännellyn yksikön, jolla on rajallinen valtuutus päästää yksi tonni rikkidioksidia. Vuoden 1990 *the Clean Air Act* -säännökset määrittivät päästökiintiön koon ja siitä allokoitavat yksiköt perustuen historialliseen polttoaineen kulutukseen ja tiettyihin päästötasoihin ennen ohjelman alkua. Osa kiintiöidyistä yksiköistä varattiin EPA:lle. Se jakoi näitä yksiköitä esimerkiksi kannustimena laitoksille, jotka pystyivät vähentämään rikkipäästöjä energian säästön ja uusiutuvan energian avulla ennen säänneltyjä vaatimuksia.

Markkinoiden toimivuudessa on tärkeässä roolissa ollut jokavuotinen maaliskuussa pidettävä EPA:n huutokauppa. Huutokaupassa, jossa kuka tahansa voi tarjota, tarjotaan päästöjen kokonaiskiintiöstä noin kolmea prosenttia ostettavaksi. Ohjelman alkuvaiheesta lähtien yksiköiden saatavuus todettiin ratkaisevan tärkeäksi ohjelman onnistumisen kannalta. Huutokaupalla pyrittiin takaamaan, että laitokset voivat saada yksiköitä julkisesta lähteestä, joita ne voivat luovuttaa päästöjen kompensoimiseksi

välttyäkseen sanktioilta. Saatavuuden lisäksi huutokauppa antoi tärkeän signaalin markkinoille yksikön hinnasta, mikä helpotti kaupankäyntiä.

Järjestelmän kehittyessä huutokaupasta on tullut pienempi osa rikkidioksidimarkkinoiden toimintaa. Päästöyksiköitä voi huutokaupan ohella ostaa yrityksiltä tai yksityisiltä, joilla on niitä hallussa, välittäjän kautta ja ympäristöryhmiltä esimerkiksi *Acid Rain Retirement Fund*ilta. Rahasto ostaa päästöyksiköitä ja mitätöi niitä ostajan tarpeen mukaan. Mitätöinnin jälkeen yksiköitä ei enää voi käyttää päästöjen kompensointiin. Mitätöidyistä yksiköistä se antaa ostajalle vastaavan määrän *Clean Air Certificates* eli Puhtaan Ilman -sertifikaatteja, joissa todetaan kuinka paljon saastumista on maksetulla rahamäärällä saatu estettyä (Acid Rain Retirement Fund 2012).

BAC-järjestelmässä yrityksiä tai yhteisöjä palkitaan siitä, että ne pystyvät vähentämään päästöjään asetetun lähtötason *baseline* alle. Lähtötasoa verrataan todellisiin päästöihin määrätyllä päivämäärällä. Jos päästöt alittavat lähtötason, saavutetusta vähennyksestä muodostetaan päästöyksikkö, joilla voidaan käydä kauppaa. BAC-tyyppisessä järjestelmässä kauppaa käydään suoraan päästövähennyksillä. Tämä on mahdollista valmistelemalla jokin hanke, ja sertifioimalla siitä saadut päästövähennykset kauppajärjestelmän vaatimusten mukaisiksi. Yksikön hinta määräytyy yksiköiden kysynnän ja tarjonnan mukaan.

Hiilen kokonaispäästö määrää, eli kiintiötä, ei yleensä säännellä BAC-järjestelmän avulla. Vaikka yksiköiden lukumäärää, joka pitää luovuttaa kunakin vuonna, voidaan säädellä etukäteen, sääntelijä ei tiedä, kuinka paljon hiilipäästöjä syntyy vielä sen jälkeen. Samoin, koska lähtötaso liittyy usein hiilen määrään per tuotettu tuotantoyksikkö, lisäys kokonaistuotannossa voi mitätöidä päästövähennyksen tuotettua yksikköä kohti.

Australian hallituksen (2010) tutkimuksen mukaan BAC-järjestelmää on kritisoitu siitä, pystyykö se todentamaan Kioton pöytäkirjassa määritellyt todennetun päästövähennyksen perusehdot: onko hankkeesta saaduilla päästöjen vähennyksillä todellista, mitattavissa olevaa pitkäaikaista hyötyä ilmaston muutoksen hillitsemiseen



ja onko vähennys päästöissä aidosti hankkeesta johtuva päästövähennyksen lisäys vai olisiko päästövähennys joka tapauksessa tapahtunut ilman hankettakin (YK 1998, s. 12-14). Kotila (2003, s. 18) esittää kritiikkiä BAC-järjestelmässä sen ympäristöpoliittisten tavoitteiden saavutettavuuteen, jonka hän arvelee heikommaksi kuin CAP-järjestelmässä, joka johtuu BAC-järjestelmän päästöjen kokonaismäärän hallittavuuden ongelmista.

### **2.3 Päästökauppajärjestelmä Suomessa**

Suomi kuuluu EU ETS -järjestelmän piiriin, missä sen päästöt on kiintiöity. Lindroos ym. mukaan (2011) kiintiöintiprosessissa Suomi ehdottaa Euroopan komissiolle kiintiön päästöoikeuksien jakosuunnitelmaa. Komissio voi hyväksyä suunnitelman sellaisenaan tai tehdä siihen muutoksia. Komission jakosuunnitelman arviointi perustuu päästökauppadirektiivin asetuksiin. Jäsenmaa voi tasapainottaa päästöjen vuosivaihtelua siten, että se voi rajoitetusti lainata vuosittaisia päästömääriä seuraavalta vuodelta tai siirtää käyttämättä jääneen päästö määrän tulevia vuosia varten täysimääräisenä omaan käyttöön. Suomi voi kiintiön lisäksi hyödyntää muista maista hankittavia päästövähennysyksiköitä.

Suomessa päästökaupasta säädetään päästökauppalaille ja asetuksilla. Lain mukaan Energiamarkkinavirasto toimii Suomen kansallisena päästökauppaviranomaisena. Suomessa päästökauppa koskee noin 600 laitosta ja päästökauppalakia sovelletaan nimelliseltä lämpöteholtaan yli 20 megawatin polttolaitosten ja niiden kanssa samaan kaukolämpöverkkoon liitettyjen pienempien polttolaitosten, öljynjalostamoiden, koksaamoiden sekä eräiden teräs-, mineraali- ja metsäteollisuuden laitosten ja prosessien hiilidioksidipäästöihin. Myös eräät petrokemian laitosten prosessit sekä kivivillan ja nokimustan valmistuksen polttoprosessit ovat päästökaupan piirissä. (Energiamarkkinavirasto 2012)

Päästökaupan piiriin kuuluva laitos tarvitsee päästöluvan, jonka nojalla sillä on oikeus päästää hiilidioksidia ilmakehään. Päästöluvan lisäksi päästökaupassa mukana oleva toiminnanharjoittaja tarvitsee päästöoikeudet, jotka määrittelevät laitokselle

myönnetty hiilidioksidin päästömäärät vuosittain. Päästöoikeushakemukset käsittelee työ- ja elinkeinoministeriö ja päästöoikeudet myöntää valtioneuvosto.

## **2.4 Kritiikki päästökiintiöihin perustuviin kaupankäyntijärjestelmiin**

Kotila (2003) tuo tutkimusraportissaan esiin kaksi ongelmaa, jotka liittyvät päästökiintiöihin perustuvaan päästökaupankäyntiin. Ensimmäkin raportin mukaan päästökiintiöjärjestelmän piiriin kuuluvat toimijat saattavat joutua kärsimään järjestelmän aiheuttamasta maantieteellisestä rajauksesta, jossa järjestelmän ulkopuoliset maat saavat kilpailuetua, koska niiden ei tarvitse sitoutua päästökiintiöihin tai -vähennyksiin. Tämän vuoksi tuotantoa voi siirtyä järjestelmän ulkopuolelle, jolloin tuotannosta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt eivät vähene ja syntyy niin kutsuttu hiilivuoto.

Euroopan Komissio on ottanut hiilivuoto ongelman huomioon uusiessaan päästökauppadirektiiviä (Ympäristöministeriö 2012). EU on määritellyt hiilivuotosektorit sellaisiksi toimialoiksi, jotka tarvitsevat erityiskohtelua kilpailukyvyn suojelemiseksi. Käytännössä kyse on energiaintensiivisistä teollisuudesta. Hiilivuotoriskin omaaville toimialoille jaetaan jatkossakin ilmaisia päästöoikeuksia ilmaisjakosääntöjen mukaisesti

Toiseksi ongelmana päästökiintiöittämisjärjestelmiin perustuvassa päästökaupankäynnissä nähdään Kotilan (2003) mukaan toimialoittain tapahtuva jako päästökaupan piiriin kuuluviin ja muihin toimijoihin. Järjestelmä rajoittaa vain niiden toimijoiden päästöjä, joille kiintiö asetetaan ja järjestelmän ulkopuoliset tuottajat saavat kilpailuetua, vaikka niiden tuotannosta seuraisi suurempia päästöjä. Raportin mukaan järjestelmän hallinnoija voi estää eriarvoisuuden asettamalla järjestelmän ulkopuolisille toimijoille vähintään yhtä suuret kustannukset veroina tai muina korvauksina. Euroopan Komissio on Ympäristöministeriön (2012) mukaan ottanut mukaan uusia toimialoja uudessa päästökauppadirektiivissä 2009/29/EC. Uuden direktiivin mukaan päästökaupan soveltamisala laajenee koskemaan uusia teollisuuden toimialoja, kuten kemian- ja metalliteollisuutta pois lukien ei-

rautateollisuuden. Myös hiilen talteenottoa ja varastointia harjoittavat laitokset sekä ilmailusektori tulevat kuulumaan järjestelmän piiriin kolmannella päästökauppakaudella eli vuoden 2013 alusta. Ilmailusektori liitetään päästökauppaan jo vuoden 2012 alusta.

Kritiikkiä säännellyillä markkinoilla EU:n päästökaupankäyntijärjestelmää vastaan on aiheuttanut myös huonosta taloustilanteesta johtuva päästöhuutokaupan lykkääminen, ilman, että päästökaupankäynnin rakenteellisiin ongelmiin puututaan. Rakenteellisella ongelmalla tarkoitetaan tässä sitä, ettei päästöyksikön hinta kannusta teollisuutta rajoittamaan päästöjään siten, että ilmastotavoitteet täyttyvät. Hermann ja Matthesin (2012) mukaan päästöyksiköitä on jaettu EU:n päästökauppajärjestelmässä liikaa ja ylijääneitä päästöoikeuksia kertyy järjestelmään noin 1,42 miljardia vuoteen 2020 mennessä. Päästöoikeuksien niukkuus, jonka tarkoitus on synnyttää päästöleikkauksia, saavutetaan tällä vauhdilla aikaisintaan vuonna 2024. Tämä tilanne on laskenut päästöyksiköiden hinnan niin alas, että kannustin päästövähennyksiin on lähes kadonnut.

Euroopan Komission (2012 b) ehdotus päästökauppajärjestelmän korjaamiseksi oli, että päästöoikeuksien kokonaismäärää leikattaisiin ja komissio päätyi ehdottamaan vuosien 2013–2020 huutokauppojen lykkäämistä ja sitä että seuraavan päästökauppakauden aikana oikeuksia huutokaupattaisiin kauden loppupäähän painottuen. Tämä johtaisi kuitenkin siihen, että lykkäämällä huutokauppaa lähemmäs huutokauppajakson loppupäätä päästöoikeuksien hinta todennäköisesti lyhytaikaisesti nousee, mutta laskee taas, kunhan huutokauppa jakson loppupuolella toteutetaan. Hermann ja Matthesin (2012) mukaan huutokaupan lykkääminen ei riitä, vaan ylimääräisiä päästöoikeuksia on poistettava markkinoilta lopullisesti. ”Muussa tapauksessa yritykset voivat yhtä hyvin vaihdella keskenään leikkirahaa ilman, että todelliset ilmastopäästöt laskevat.” Energiateollisuuden ET:n toimitusjohtajan Juha Naukkarisen mielestä nopeat korjausliikkeet huutokauppaoikeuksiin voivat heikentää koko päästökauppajärjestelmän vakautta ja uskottavuutta (Yle Uutiset 2012).

## 2.5 Päästömarkkinat

Vapaaehtoiset hiilidioksidipäästöjen markkinat eivät ole uusi mekanismi ja perusteoria päästökaupankäynnistä on esitetty jo yli 40 vuotta sitten (Hepburn, 2007, s. 376). Jo vuosikymmen ennen kuin Kioton pöytäkirja mahdollisti säännellyt hiilimarkkinat, metsäsektori muodosti hiilipäästöyksiköitä, kun yksityisellä sektorilla alettiin kokeilla ympäristönsuojelun ja ilmastotoimien päästöoikeuksien kauppaa. (Peters-Stanley 2012a, s. 1). Hepburnin (2007, s. 376) mukaan idea hiilikaupasta on lähtöisin jo 1920-luvulta englantilaisen ekonomisti A.C. Pigoun (1877-1959) mallista, joka osoitti sosiaaliset hyödyt siitä, että yritykset pakotettiin maksamaan aiheuttamistaan saasteista. Mallia jatkoi edelleen Nobel-palkittu R. Coase (1910) teoriallaan, joka osoitti, että jakamalla omistusoikeuksia ja sallimalla kaupankäynti markkinoilla voidaan päästä tehokkaisiin tuloksiin. Edelleen Hepburnen (2007, s. 376) mukaan ensimmäisen sovelluksen näistä malleista kehitti J.H. Dales esseessään *Pollution, Property and Prices* vuonna 1968. *Cap-and-Trade* (kiintiöi ja kauppaa) kaupankäynnissä hallinto jakaa päästöyksiköitä, jotka antavat yrityksille oikeuden saastuttaa tietty määrä. Kun yksiköitä on vähemmän kuin mitä yritykset tarvitsevat, niille määräytyy arvo ja niillä voidaan käydä kauppaa positiiviseen hintaan. Tämä synnyttää markkinat yksiköiden ostajien ja myyjien välille. Koska päästöoikeudelle muodostuu hinta, yritykselle voi muodostua kannuste alentaa päästöjä mieluummin kuin ostaa kalliimpi päästöoikeus.

Säännellyt päästökauppajärjestelmät toimivat apuna kansainvälisesti ja kansallisesti päätettyjen päästötavoitteiden saavuttamisessa (Streck ym. 2010, s. 15-20). Vapaaehtoiset päästökauppajärjestelmät taas tarjoavat vaihtoehtoja niin yrityksille, hallituksille, organisaatioille kuin yksityisillekin kompensoida päästöjään säännellyn järjestelmän ulkopuolella (Streck ym. 2010, s. 15-20). Vapaaehtoisuuteen perustuvat järjestelmät eivät perustu virallisiin velvoitteisiin tai päästökattoihin, vaan niihin osallistuvat jäsenet haluavat vaikuttaa päästöjen vähentämiseen ja sitä kautta ilmaston lämpenemiseen korvaamalla oman kulutuksensa ja toimintansa ilmastovaikutusta (Leonard 2009, s.13). Motivaattoreina yrityksille tai organisaatioille voivat toimia esimerkiksi itse asetetut päästövähennystavoitteet, hiilijalanjäljen pienentäminen, uusiutuvan energian lisääminen tai sosiaalinen vastuu.

Talouden historiassa hiilimarkkinoiden on sanottu olevan nopeimmin kasvavia markkinoita ja jotkut odottavat niiden kasvavan suurimmiksi hyödykemarkkinoiksi seuraavan vuosikymmenen aikana. Takeuchi Waldegrenin (2012, s. 29) mukaan vuonna 2009 kansainväliset hiilimarkkinat kasvoivat kuudella prosentilla 103 miljardiin euroon, kansainvälisestä finanssikriisistä ja maailmanlaajuisesta bruttokansantuotteen 0,6 prosentin alenemisesta huolimatta. Vuoden 2009 vaihdon volyymi saavutti 8,7 GtCO<sub>2</sub>, joka tarkoittaa 180 prosentin nousua verrattuna vuoteen 2008. Vaikka vapaaehtoisuuteen perustuvat hiilimarkkinat ovat kehittyneet voimakkaasti vasta vuoden 2005 jälkeen, on markkinoilla vaihdettu jo yli 59 MtCO<sub>2</sub> metsähiileen perustuvaa sopimusta, jotka ovat markkina-arvoltaan noin 395 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria (Diaz ym. 2011, s. 7-11).

Frankhauserin ja Hepburnin (2010a ja b) mukaan tällä hetkellä maailman suurin hiilien kaupankäyntijärjestelmä on EU:n ETS. Se kattaa noin 40 % EUn hiilidioksidipäästöistä eli noin 2 GtCO<sub>2</sub>. Yhdysvaltojen lainsäätäjien tällä hetkellä väheksymä hanke koko Yhdysvallat kattavasta markkinajärjestelmästä (US ETS) voisi kuitenkin mahdollistaa hiilimarkkinat, jotka tulisivat olemaan noin kolme - neljä kertaa suurempia kuin eurooppalainen vastineensa. Hiilikauppaa tehdään myös Australiassa ja Uudessa-Seelannissa ja säänneltyä järjestelmää on kehitetty Japanissa, Kiinassa ja Etelä-Koreassa (New Zealand Ministry for the Environment 2012).

Kioton pöytäkirjaan perustuvia säänneltyjä *regulated* tai *mandatory* päästökauppajärjestelmiä on perustettu jo useaan maahan (Bayon ym. 2009, s.5). Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä on näistä vaihdettujen hiilitonnien määrällä laskettuna suurin. Esimerkkinä muista järjestelmistä voidaan mainita Australian *New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme* (NSW GGAS), joka keskittyy energian käytöstä ja tuottamisesta aiheutuvien kasvihuonekaasujen päästövähennyksiin. Australian *Carbon Pricing Mechanism* sen sijaan tarjoaa välineitä myös muiden sektoreiden kuten maaperän käytön, maaperän käytön muutoksen ja metsätalouden *Land, Land use Change and Forestry* (LULUCF) -sektorin päästövähennyksiin.

Yhdysvaltojen RGGI eli *Regional Greenhouse Gas Initiative* on myös säännelty järjestelmä, minkä päästökiintiöiden velvoittavuus ei kuitenkaan perustu Kioton pöytäkirjan ehtoihin, sillä Yhdysvallat ei ole pöytäkirjan allekirjoittajamaa, vaan kyseessä on eräänlainen Kioton pöytäkirjan ulkopuolella toimiva säännelty markkinajärjestelmä. Yhdysvalloissa on toiminnassa myös useita muita säänneltyjä järjestelmiä, jotka toimivat kansallisella tai alueellisella tasolla ja mitkä perustuvat päästökiintiöihin. Koillisvaltioiden RGGI:n lisäksi Yhdysvalloissa toimii muun muassa kahdeksan Yhdysvaltojen osavaltion ja neljän Kanadan provinssin yhteinen *Western Climate Initiative* (WCI).

Päästöjärjestelmiä nimitetään vapaaehtoisilla markkinoilla vaihtelevasti. Eri rekisterit, kuten esimerkiksi *American Carbon Registry* tai standardit, kuten *Voluntary Carbon Standard* tai *Gold Standard*, tarkoittavat kaikki järjestelmiä, joitten tarkoituksena on luoda vaihdantakelpoinen yksikkö ja toiminnot sen vaihtoon aivan kuten säännellyillä järjestelmilläkin. Järjestelmään kuuluviksi osiksi luetaan laskentasäännöt (metodologia), seuranta, raportointi, todentaminen ja varmentaminen. Näiden lisäksi tarvitaan myös rekisteri, johon yksiköt rekisteröidään, ja täytäntöönpanotoiminnot esimerkiksi yksiköiden liikkeeseenlaskemiseen tai mitätöintiin. Lisäksi monet järjestelmät tarjoavat myös yksiköiden kauppapaikan. Liitteisiin 1-3 on kerätty erilaisia päästökauppajärjestelmiä. Liitteeseen 1 on listattu Kioton alaiset päästökauppamekanismit eli säännellyt järjestelmät. Liitteestä 2 löytyy kansallisia ja alueellisia säänneltyjä *Cap-and-Trade*-päästökiintiöjärjestelmiä. Liitteessä 3 on lueteltu päästöjärjestelmiä, jotka ovat käytössä vapaaehtoisilla markkinoilla ja perustuvat *Baseline-and-Credit*-päästökiintiöjärjestelmiin.

### 3 PÄÄSTÖYKSIKÖN HINNAN MUODOSTUMINEN

#### 3.1 Kilpailulliset ja täyden kilpailun markkinat

Taloudessa vallitsee niukkuus kulutettavissa olevista hyödykkeistä suhteessa ihmisten tarpeisiin, tavoitteisiin ja mielihaluihin. Pekkarisen ja Sutelan (1986, s. 13, 2002, s. 65.) mukaan niukkuus johtaa valintojen tekemisen pakkoon eri vaihtoehtojen välillä. Uusklassisen kansantaloustieteellisen näkemyksen mukaan ihmisen kokema rajahyöty ja optimointikäyttäytyminen muodostavat taloudellisen toiminnan peruslähtökohdan. Uusklassisen talousteorian mukaan markkinajärjestelmässä kysynnän ja tarjonnan perusteella määräytyvät hinnat välittävät informaatiota, toimivat kannustimena ja ovat valintojen, taloudellisten päätösten ohjaus- ja allokatiojärjestelmän keskiö koko taloudessa (Pekkarinen ja Sutela 1986, s. 18, 1989, s. 32-40.).

Markkinarakenne *market structure* ilmaisee rakenteen, jolla markkinat toimivat. Se kuvaa ostajien ja myyjien käyttäytymistä markkinoilla. Taloustieteessä kuvattaessa markkinoiden toimintaa tehdään usein oletus kilpailluista markkinoista *competitive* tai täydellisen kilpailun *perfect competition* markkinoista. Täydellinen kilpailu on teoreettinen taloustieteen malli. Malli kuvaa markkinamuotoa, jossa yhdelläkään kuluttajalla tai tuottajalla ei ole sellaista markkinavoimaa, joka pystyisi vaikuttamaan hyödykkeen hintaan (Varian 2006, s. 384–385.) Taloustieteellisen ajattelun mukaan täydellinen kilpailu johtaa tehokkaimpaan mahdolliseen taloudelliseen lopputulokseen. Täydellisen kilpailun markkinoilla hyödykkeen hinta on alin taloudellisesti kannattava hinta ja hyödykettä tuotetaan suurin mahdollinen määrä. (Mankiw ja Taylor 2010, s. 274-280.) Kilpailulliset markkinat reagoivat epätäydellisen kilpailun markkinoita nopeammin uuteen tietoon nykyisestä ja odotetusta talouden tilasta. (Tomek ja Robinson 2003, s. 111).

Täydellisen kilpailun markkinoilla on seuraavat neljä ominaispiirrettä (Tomek ja Robinson 2003, 86–87):

1. Markkinoilla on verrattain pieniä toimijoita (ostajia ja myyjiä), jotka eivät yksin pysty vaikuttamaan hyödykkeen hinnan määräytymiseen.

2. Tuotteet ovat homogeenisia keskenään.
3. Kaikki resurssit ovat täysin liikuteltavissa; niiden markkinoille tulosta ja sieltä poistumisesta ei synny kustannuksia.
4. Kuluttajat ja tuottajat ovat täysin tietoisia niistä relevanteista tekijöistä, mitkä määräävät hinnan.

Reaalimaailmassa täydellisesti kilpailtuja markkinoita ei esiinny (Tomek ja Robinson 2003, s. 86-87). Täydellinen kilpailu kuitenkin tarjoaa mittapuun, jota apuna käyttäen voidaan arvioida markkinoiden rakennetta. Jotkut markkinat muistuttavat hyvin paljon täydellisen kilpailun olosuhteita ja niitä kutsutaan kilpailullisiksi markkinoiksi. Kilpailullisilla markkinoilla samoille hyödykkeille on useita ostajia ja myyjiä. Markkinoilla yksittäisen ostajan tai myyjän toiminnalla ei ole näkyvää vaikutusta hintaan, jolla tuote tai palvelu myydään. Hyödykkeet ovat ostajan näkökulmasta samankaltaisia ja ostajilla ja myyjillä on täydellinen tietämys niiden hinnasta ja laadusta. Lisäksi kilpailluille markkinoille on kaikilla vapaa pääsy. (Krugman ja Wells 2006, s. 57, 77-78)

Kilpailullisilla markkinoilla pätevät seuraavat olosuhteet (Tomek & Robinson 2003, 86–87):

1. Toimijoiden määrä on riittävän suuri, jottei kukaan yksittäinen toimija voi vaikuttaa hinnan määräytymiseen; yksittäinen toimija on niin sanotusti hinnan ottaja.
2. Hyödykkeet ovat riittävän homogeenisia, jolloin eri tuottajien hyödykkeet ovat lähes toistensa substituuotteja.
3. Markkinoille tulo ja sieltä poistuminen aiheuttaa vain pieniä kustannuksia, resurssien ollessa suhteellisen helposti liikuteltavissa. Resurssien käyttöön ei kohdistu valtion tai muun tahon kautta rajoituksia.
4. Tieto markkinaolosuhteista on helposti kaikkien toimijoiden saatavilla, vaikkei se olekaan maksutonta. Toimijat ovat hyvin tietoisia taloudellisista olosuhteista.



### 3.2 Epätäydellinen kilpailu

Niin kuin edellä on esitetty, täydellisen kilpailun markkinoilla kukaan ei tee hinnoittelupäätöksiä. Koska yritykset ja tuotannontekijät voivat liikkua vapaasti markkinoilta toisille, voimavarojen kohdentuminen seuraa joustavasti hintajärjestelmän toimintaa. Pekkarisen ja Sutelan (1986, s. 18) mukaan epätäydellinen kilpailu tarkoittaa talousteoriassa markkinatilannetta, jolloin kaikki täydellisen kilpailun oletukset eivät täyty. Epätäydellisen kilpailun tapauksessa yrityksiä toimii markkinoilla rajallinen määrä ja niillä on hinnoitteluvoimaa. Tällöin yritysten kannattaa nostaa tarjoamansa hyödykkeen hintaa voittojensa maksimoimiseksi, jolloin kuluttajien hyöty vähenee. Epätäydellistä kilpailua voi esiintyä myös markkinoiden hitauden takia. Markkinoille saattaa syntyä epätäydellinen kilpailutilanne myös silloin, kun ostajilla tai myyjillä ei ole tarpeeksi informaatiota vaihdettavista hyödykkeistä. Epätäydellinen kilpailu eriasteisena on reaali maailmassa vallitseva markkinamuoto.

Tärkein epätäydellisen ja täydellisen kilpailun välinen ero on ostajien ja myyjien suhtautuminen markkinahintaan. Täydellisen kilpailun yritykset ovat hinnanottajia eli ne sopeuttavat päätöksensä kysynnän ja tarjonnan määräämään hintaa. Epätäydellisessä kilpailussa yksittäiset myyjät voivat vaikuttaa markkinahintaan tai suoraan asettaa sen, eli he ovat hinnanasettajia. Sillä ei ole merkitystä, onko syy kilpailun epätäydellisyyteen kysynnässä tai tarjonnassa. Monopoli toimii vastakohtana täydelliselle kilpailulle, jossa monet tuottajat tuottavat samaa hyödykettä. Oligopolilla tarkoitetaan tilannetta, jossa markkinoilla on vain harvoja keskenään kilpailevia tietyn hyödykkeen tai palvelun tarjoajia, joista kukin voi vaikuttaa hinnan määräytymiseen. Kukin oligopoliyritys määrittää toimensa ottaen huomioon markkinoiden muiden yritysten suhtautumisen ja mahdolliset vastatoimet. Oligopoliyritysten tarjoamat hyödykkeet tai palvelut ovat heterogeenisiä tai homogeenisiä keskenään. Oligopolille on usein ominaista kilpailun vähäisyys. (Mankiw ja Taylor 2010, s. 327–329, Pekkarinen ja Sutela 1986, s. 18-19)

### 3.3 Kilpailullisten markkinoiden tehokkuus ja tasapaino

Edellisten kappaleiden perusteella talousteorian mukaan markkinamekanismi johtaa taloudellisen toiminnan järjestymiseen tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Tehokkuus merkitsee sitä, että käytettävillä olevilla voimavaroilla saadaan paras mahdollinen lopputulos, eli talouden toiminnot toteutetaan siten, että sen resursseja hyödynnetään tehokkaimmalla tavalla. Tehokkuuden tavoittelussa tavoitteena on saavuttaa maksimaalinen tuotanto, joka kansantalouden kulloinkin olemassa olevilla resursseilla saadaan aikaiseksi, eli aikaansaada rajallisille resursseille paras mahdollinen käyttö.

Teorian mukaan markkinoiden taloudelliset päätöksentekijät päätyvät tulonjakovaikutuksen ohjaamana tehokkaaseen tilaan. Kun ulkopuolisia riippuvuuksia ja ulkoisvaikutuksia ei ole, jokainen sellainen täydellisen kilpailun talouden tasapaino, jossa kysyntä ja tarjonta ovat keskenään yhtä suurta kaikilla hyödyke- ja tuotannon panosmarkkinoilla, on pareto- tehokas. Tällöin ei ole olemassa sellaista uudelleenkohdennuksen tapaa, paretoparannuksen tekemisen mahdollisuutta, jolla jonkun hyvinvointia voisi parantaa huonontamatta samalla jonkun muun hyvinvointia. (Tuomala 1997, s. 32.)

Vapaiden markkinoiden tehokkaan toiminnan ehtojen täyttymisen edellytys on, että hinnat johtavat informaatiota tehokkaasti tuottajien ja kuluttajien välillä. Tehottomuutta voi aiheutua eri syistä. Liiketoimi- ja informaatiokustannukset saattavat muodostaa esteitä talouden hyvälle toiminnalle, omistusoikeudet eivät välttämättä ole hyvin määriteltyjä ja edullisten vaihtokauppojen tuottamien voittojen jakamisesta ei päästä yksimielisyyteen. Talouteen voi aiheutua ulkoisvaikutuksia, kustannuksia tai hyötyjä, joista ei saada tai makseta korvauksia, mikä heikentää tehokkuutta. On esimerkiksi monia tarpeellisia hyödykkeitä, joita ei vapailla markkinoilla syntyisi riittävästi ilman julkista sektoria. Tällaisten julkishyödykkeen määrittelemisen yksityisomistuksen piiriin olisi mahdollista, mutta niiden käyttöä on vaikea rajata. Lisäkuluttajasta koituva rajakustannus on nolla, ja kuluttajien määrää on vaikeaa rajoittaa. Tämä johtaa siihen, että käyttäjä hyötyy julkishyödykkeen

tarjonnasta siitä riippumatta, maksaako hän siitä vai ei (Tuomala 1997, s. 35-45 ja s. 58-60.)

Tehokkaan resurssien allokaation aikaansaaminen edellyttää todellisten kilpailuedellytysten takaamista. Tähän tehtävään tarvitaan julkista sektoria. Sääntelemättömien markkinoiden taloudessa näyttää resurssien allokoinnissa toteutuvan epätäydellinen kilpailu, ja enemmänkin monopolistisen kilpailun tasapaino kuin täydellisen kilpailun ja tehokkaan allokoinnin ehdot. Markkinatasapaino ei useinkaan ole tehokas tuoteinformaation puutteiden ja epätäydelliseen kilpailuun johtavan tuotedifferentiaation vuoksi. Tuottajat ovat yleensä paremmin informoituja tuotteiden laadusta kuin kuluttajat. Kun markkinoilla jollakin osapuolella on markkinavoimaa ja kykyä vaikuttaa hintoihin, ei resurssien allokaatio ole enää tehokasta. Monopoli esimerkiksi velottaa hintaa, joka on korkeampi kuin rajakustannus, ja tarjoaa määrän joka on pienempi kuin täydellisen kilpailun oloissa. Näin välttämätön ehto paretotehokkuuden toteutumiselle ei toteudu. (Arrow ja Honkapohja 1985, s.7-9, Tuomala 1997, s. 37.)

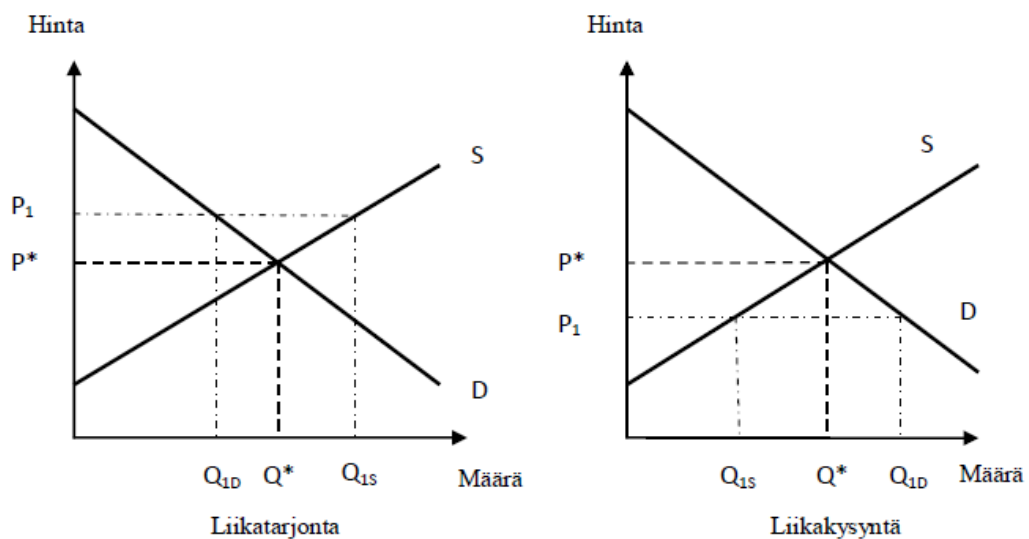
Epätäydellisillä markkinoilla täydellisen kilpailun markkinoille asetetut ehdot eivät ole voimassa, jolloin yksittäiset toimijat voivat vaikuttaa markkinahintoihin. Markkinoilla saattaa tällöin ilmaantua monia haitallisia ilmiöitä, joilla on markkinoiden toimivuuden kannalta kielteisiä vaikutuksia. Käytännössä markkinoilla vallitsevat aina epätäydellisten markkinoiden eri muodot tuotannossa syntyvien suurtuotannon etujen vuoksi. Tuotannon laajentuessa yritykset saavuttavat kilpailuetua alenevilla yksikkökustannuksilla, mikä johtaa vastaavasti tuotannon keskittymiseen. (Pekkarinen ja Sutela 2002, s. 82-83)

### **3.4 Päästökaupan hintateoria**

Taloustieteessä markkinoilla tarkoitetaan järjestelyä, joka mahdollistaa kuluttajien ja tuottajien hyödykkeiden vaihtamisen. Markkinoilla osapuolet, eli kuluttajat ja tuottajat, voivat arvioida myynnissä olevia hyödykkeitä, mikä vaikuttaa hinnan muodostumiseen. Mankiwn ja Taylorin (2010, s. 63-64) mukaan markkinoilla

jokainen osapuoli pyrkii saamaan itsellensä mahdollisimman suuren hyödyn. Kuluttaja pyrkii saamaan rahoillensa mahdollisimman paljon vastinetta ja tuottajat pyrkivät maksimoimaan voittojansa. Kysynnän ja tarjonnan lait tarkoittavat siten myös sitä, että markkinat määräävät hyödykkeiden ja palveluiden hinnat. Vapaissa markkinatalouksissa kuluttajien tarpeet määräävät viime kädessä tarjonnan ja hyödykkeiden hinnat, sillä kaikki hyödykkeiden ja palveluiden tarjoajat kilpailevat keskenään kuluttajien tuloista. Näin ollen, jos markkinoille tuodaan sellaisia hyödykkeitä, joita kuluttajat eivät halua ostaa tai jotka ovat liian kalliita, jää kyseisten hyödykkeiden markkinaosuus kotitalouksien kokonaiskulutuksesta hyvin alhaiseksi tai ne katoavat kokonaan markkinoilta.

Hintateorian keskeisenä käsitteenä on markkinatasapaino. Vain markkinatasapainossa markkinaosapuolten aikomukset ovat toistensa kanssa sopusoinnussa. Siinä kysytty ja tarjottu määrä ovat keskenään yhtä suuria. Tasapaino saavutetaan markkinoilla hinnan sopeutuksen kautta. Jos vallitseva hinta on tasapainohintaa korkeampi, eivät kuluttajat ole halukkaita maksamaan kyseistä hintaa, jolloin kauppohen varastot alkavat täyttyä. Tämä pakottaa hinnan alenemaan, kunnes se saavuttaa tasapainohinnan. Jos vallitseva hinta on tasapainohintaa alhaisempi, vallitsee liikakysyntä, jolloin kauppohen varastot vähentyvät ja minkä seurauksena hinta pyrkii nousemaan tasapainohinnan tasolle. Aina hinnan poiketessa markkinatasapainotasosta, vallitsee liikatarjontaa (kuten kuvassa 3 vasemmalla puolella) tai liikakysyntää (kuvion 3 oikealla puolella), jotka pakottavat vapaasti määräytyvän hinnan muuttumaan. Hinnan muutos jatkuu, kunnes tasapaino on uudelleen saavutettu. Sellaista voimaa, joka pystyisi muuttamaan tätä hintaa, ei ole, sillä vallitseva tasapaino pyrkii säilymään. Ellei sitä ole, se pyrkii syntymään. Vapaasti toimiva hintamekanismi perustuu tähän olettamukseen. (Mankiw ja Taylor 2010, s. 74–76, Ritson 1977, s. 82–83.)



Kuva 3 Tasapainotasoja korkeampi hinta johtaa liikatarjontaan ja tasapainotasoja alhaisempi hinta johtaa liikakysyntään (Mankiw ja Taylor 2010, s. 76.)

Päästökaupan taloudellinen toimivuus perustuu siihen, että ennalta sovittujen ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi välttämättömät päästöjen vähennykset toteutuvat markkinamekanismien vaikutuksesta tavoilla, joilla ne tulevat kaikkein halvimmiksi (Euroopan Komissio 2000). Taloustieteen mukaan hiilipäästömarkkinoiden pitäisi täydellisessä kilpailussa johtaa tasapainotilaan päästöyksikön toteutuvan hinnan ja päästöyksiköiden määrän välillä.

Päästökauppajärjestelmään liittyvää hinnoitteluprosessia tilanteessa, jossa yritys maksimoi voittoa, voidaan analysoida kahden sektorin mallilla. Zhang (2012) on esittänyt mallin, kuinka hinnoitteluteoriaa voidaan käyttää kansainvälisessä päästökaupankäynnissä CAP- ja BAC-järjestelmissä. Mallissa etsitään maksimipäästötasoa yrityksen maksimoidessa voittoa, kun oletetaan, että yritys toimii täydellisen kilpailun markkinoilla.

Zhangin (2012) mallin mukaan:

$i$  = yritys (teollisuusala tai maa)

$e_i$  = yrityksen kokonaispäästöt

$r_i$  = funktio päästötasosta

$Q_i$  = päästön kokonaismäärä

Yrityksen kokonaispäästöt ovat funktio päästötasosta kerrottuna päästön kokonaismäärällä.

$$e_i = f(r_i, Q_i) = r_i \cdot Q_i$$

Yrityksen  $i$  tuotantokustannukset  $C_i(\cdot)$  ovat jatkuva funktio päästötasosta  $r_i$ . Yritys voi erilaisilla teknisillä parannuksilla vähentää alkuperäistä päästötasoa, joka lisää sen tuotantokustannuksia, joten rajahyödyn oletetaan olevan vähenevä:

$$C_i(r_i) > 0, C_i'(r_i) \leq 0, C_i''(r_i) > 0$$

Kysynnän oletetaan olevan laskeva funktio  $Q_i(P_i)$ , jossa  $P_i$  on tuotteen hinta.

Kokonaispäästön määrää merkitään  $\bar{e}$  ja yritykselle voidaan osoittaa tietty päästökiintiö  $\bar{A}$ .  $P^c$  edustaa päästön hintaa

Yrityksen tuotteiden hinta on  $P_I \cdot Q_I$ , tuotannon hinta  $C_I(r_I) \cdot Q_I$  ja menot (tai tulot) päästöyksikön ostamisesta (tai myymisestä) on  $P^c \cdot (r_I \cdot Q_I - \bar{A})$

jos  $P^c \cdot (r_I \cdot Q_I - \bar{A}) < 0$  kyseessä on päästön myynti

jos  $P^c \cdot (r_I \cdot Q_I - \bar{A}) > 0$  kyseessä on päästön osto

Yrityksen hyöty ratkaistaan vähentämällä tuotosta tuotanto- ja päästökustannukset:

$$\pi_I = P_I \cdot Q_I - C_I(r_I) \cdot Q_I - P^c \cdot (r_I \cdot Q_I - \bar{A})$$

Ratkaisemalla ensimmäinen derivaatta saadaan ääriarvon optimiehto

$$\frac{\partial \pi_I}{\partial r_I} = -C_I'(r_I) \cdot Q_I - P^c Q_I$$

Emission taso  $r_I^*$  voidaan saada ratkaisemalla yhtälö

$$-C_I'(r_I) \cdot Q_I - P^c Q_I = 0$$

josta sitten ratkaistaan toinen derivaatta ja sijoitetaan siihen  $r_I^*$

$$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial r_1^2} = -C_I''(r_I) = -C_I''(r_I^*) < 0$$

$r_I^*$  vastaa yrityksen hyödyn maksimoivaa päästön tasoa ja  $-C_I'(r_I^*) = P^c$  sitä, että jos päästön taso alenee tasolle, jossa marginaalinen päästövähennyksen taso on yhtä suuri kuin markkinahinta on optimaalinen taso saavutettu.

Zhang (2012) on määritellyt BAC-järjestelmän maksimipäästötasoa yrityksen maksimoidessa voittoa vastaavalla tavalla kuin edellä esitettyssä CAP-järjestelmässä. Näiden kahden järjestelmän väliltä ei löytynyt eroa, vaan molemmissa yrityksen optimi tuotannon- ja päästövähennyksentaso saavutetaan, kun päästöyksikön rajakustannus on sama kuin päästöyksikön markkinahinta.

### 3.5 Päästöyksikön kysynnän ja tarjonnan tasapaino

Kun optimihinta on määritelty, voidaan tarkastella, kuinka päästöyksikön kysyntä muuttuu, jos kustannukset nousevat. Metsään liittyvät CER-päästöyksikön luomisesta syntyvät kustannukset voidaan Milnen (1999, s. 7-8) mukaan jaotella kolmeen eri pääluokkaan:

- Suunnittelukustannukset, jotka sisältävät seurantatekniikoiden ja todentamisprotokollan kehityksen, periaatteet lähtötason ja hankeennusteen mittaamismenetelmiin, käyttökelpoisuus tutkimuksen, jolla varmistetaan hankkeen sosiaaliset ja ympäristöhyödyt

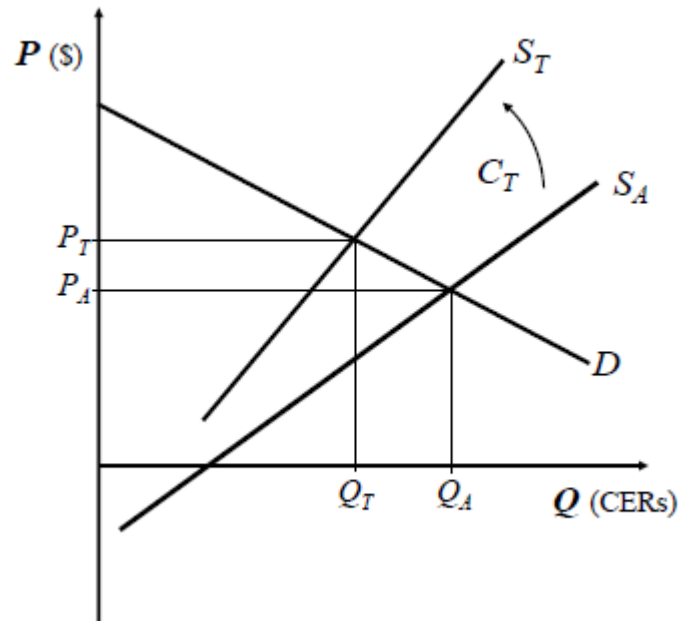
- Toteuttamiskustannukset sisältävät muun muassa henkilökunnan ja konsulttien palkkaamisen, hankehenkilöstön koulutuksen, paikanvalinnan, kuljetuskustannukset, tekniikan, hallinnointisuunnitelman ja istutusmateriaalin jaon.
- Todentamis- ja sertifiointikustannukset, jotka tarvitaan hakkeeseen sijoittaville todisteeksi, että hiiltä on sitoutunut ja sitä voidaan vaihtaa.

Hankkeen suunnittelu- ja kehityskulut voidaan määritellä kiinteiksi kuluiksi ja toteuttamiskulut muuttuviksi kustannuksiksi (Milne 1999, s. 7).

Michaelowa ja Jotzo (2005, s. 513-514) jaottelevat päästöyksikön kulukomponentit seuraavasti: neuvottelukulut, projektin dokumentoinnista aiheutuvat kulut, viranomaishyväksynnän kulut, todentamisen- ja hankkeen rekisteröintikulut, hankkeen seurannasta aiheutuvat kulut, sertifiointista aiheutuvat kulut, täytäntöönpanokulut, välittäjän transaktiokulut ja kansallisen rekisteröinnin kulut. Heidän tutkimuksensa tuloksena saatiin, että hankkeen kiinteät kustannukset olivat minimissään noin 150.000 euroa. Tyypillinen CDM-hankkeen kustannus, jossa mukana on Maailmanpankin hiilirahasto, on noin 391.000 euroa ennen toteutusta.

Cacho ja Lipper (2007, s. 2) ovat esittäneet transaktiokustannuksen vaikutuksen kysyntään ja tarjontaan CER-markkinoilla. Transaktiokustannuksen lisäämistä ja sen vaikutusta kysynnän ja tarjonnan määrään esitetään kuvassa 4. Tarjontakäyrä  $S_A$  muodostuu rajakustannusta ilman transaktiokuluja eri päästövähennysmäärillä. Kysyntäkäyrä  $D$  määräytyy teknologian ja maan saatavuuden mukaan. Hinta ja määrä ovat tasapainossa kohdassa  $(Q_A, P_A)$ . Lisäämällä transaktiokuluja  $C_T$ , tarjontakäyrä siirtyy ylöspäin vasemmalle, eli pienentää markkinoiden kokoa. Uusi tasapainokohta  $(Q_T, P_T)$  tarkoittaa pienempää päästöyksikkömäärää, kalliimmalla hinnalla verrattuna aikaisempaan tasapainotilaan  $(Q_A, P_A)$ . Cachó ja Lipper (2007) väittävät tutkimuksessa myös, että jos transaktiokulut ovat liian korkeita, markkinat eivät lainkaan kehity.





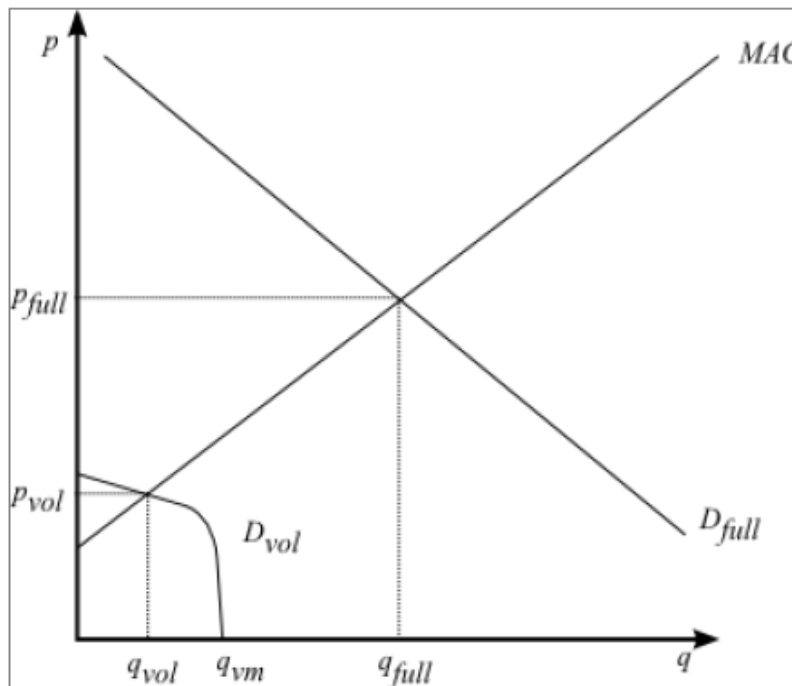
Kuva 4. Transaktiokustannusten vaikutus kysyntään ja tarjontaan (Cacho ja Lipper 2007 s. 2)

Spiekermann (2011) on tutkinut vapaaehtoisten päästöyksiköiden kysyntää, jos niiden hinta nousee. Hänen tutkimuksessaan käsitellään lentomatkustajien kysyntää lennon päästöjen kompensointiin. Spiekermannin mukaan vapaaehtoisia päästöyksiköitä ostetaan niiden edullisen hinnan vuoksi, mikä johtuu vähäisestä kysynnästä. Edullinen hinta mahdollistaa kuluttajalle päästöjen kompensoinnin ilman huomattavia uhrauksia. Hinnan edullisuus johtaa siihen, että kuluttajat kompensoivat päästöjään siksi, että se on halpaa, eivätkä siksi, että he suhtautuisivat vakavasti päästöjen vähennyksien toimintatapoihin.

Spiekermann esittää johtopäätöksensä tueksi kysynnän ja tarjonnan funktiot vapaaehtoisilla ja säännellyillä markkinoilla. VER-markkinoiden tarjontaa määrää saatavilla olevat päästöhankkeet. Päästövähennyksen rajakustannukset *marginal abatement cost* (MAC) muodostavat tarjontakäyrän, joka kuvaa kaikkien saatavissa olevien päästöhankkeiden rajakustannusta. X-akseli kuvaa päästövähennyksen kokonaismäärää ( $q$ ), ja Y-akseli rajakustannusta ( $p$ ). MAC-käyrällä on positiivinen kulmakerroin, sillä pienemmästä rajakustannuksesta siirrytään suurempaan, sillä halvemmat hankkeet käytetään ensin.

Vapaaehtoisen kysynnän hintajouston oletetaan olevan joustamatonta, sillä kuluttaja, joka ostaa päästöyksikön, todennäköisesti ostaisi sen riippumatta hinnasta, mikäli hinta vain on suhteellisen alhainen. On siitä syystä oletettavaa, että vapaaehtoinen kysyntä päästöyksiköille laskee nopeasti, mikäli päästöyksikön hinta nousee huomattavasti. Päästöyksikön kysyntäkäyrä on tästä johtuen laskeva ja taittuu jyrkästi alaspäin. Kysyntäkäyrä ( $D_{vol}$ ) leikkaa tarjontakäyrän (MAC) pisteessä  $q_{vol}$  ja  $p_{vol}$ , jolloin saavutetaan markkinatasapaino.

Säännellyillä markkinoilla päästörajoitusten oletetaan koskevan jokaista. Ylimääräinen päästö on kompensoitava ostamalla päästöyksikkö, joka lisää päästöyksiköiden kysyntää, joka nostaa hintaa ( $p_{full}$ ) ja lisää määrää ( $q_{full}$ ). Kysyntäkäyrä  $D_{full}$  on tästä syystä tarjontakäyrällä (MAC) ylempänä. uusi tasapainopiste löytyy kohdasta  $p_{full}$  ja  $q_{full}$ . Kuva 5 esittää vapaaehtoisen ja säännellyn päästöyksikön kysyntää ja tarjontaa.



Kuva 5. Vapaaehtoisen ja säännellyn päästöyksikön kysyntä ja tarjonta (Spiekermann, s. 30)

### 3.6 Päästöyksiköiden kysynnän ja tarjonnan osapuolet

Metsähiilipäästöyksiköiden nykyinen ja mahdollinen tuleva kysyntä muodostuu monista osapuolista, jotka ovat niin julkisia kuin yksityisiäkin. Näillä yhteisöillä on sekä samoja, että eriäviä etunäkökohtia. Niiden sijoituksia ja ostoja ohjaa edelleen kehitymässä olevat kansainväliset, kansalliset ja alueelliset ilmastopolitiikat. Taulukossa 2 on esitetty mahdollisten ostajien tavoitteita ja velvollisuuksia Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) -markkinoilla.

Taulukko 2. REDD -päästöyksikön potentiaaliset ostajat ja heidän tavoitteensa (Scneck ym. 2011, s.8-9 )

Potentiaallinen ostaja	Säntöjen noudattamisvelvoite	Tavoite
Julkinen sektori: valtiot ja monenväliset rahastot	Kyllä ja ei	Tukea REDD valmiuksia ja hankkeen kehittämistä, valmistautua tulevien kansainvälisten sopimusten päästövähennysvelvoitteisiin
Kasvihuonekaasujen päästäjät	Kyllä ja ei	Määräysten noudattaminen ja yritysten vapaaehtoinen sosiaalinen vastuu, imagon luominen
Yksityiset yritykset, jotka eivät ole merkittäviä saastuttajia	Ei	Yritysten vapaaehtoinen sosiaalinen vastuu, imagon luominen
Ostajat, jotka ostavat yksiköitä kaupankäyntitarkoituksessa	Ei	Voittoa tavoitteleva jälleenmyyntitarkoitus
Kansalaisjärjestöt ja yksityiset henkilöt	Ei	Hyväntekeväisyys ja henkilökohtainen vastuu

Tutkittaessa ostajien tavoitteita, voidaan hiilimarkkinoilla toimivat ostajat jakaa tavoitteen suhteen kahteen ryhmään. Niihin, joilla on lakisääteinen velvoite vähentää kasvihuonekaasupäästöjä tai niihin, jotka haluavat tehdä sen vapaaehtoisesti ilman oikeudellisia velvoitteita. Schneck ym. (2011, s. 3) mukaan vapaaehtoisten ostajien ostomotivaatio voi vaihdella puhtaasti taloudellisen voiton tavoittelusta, yrityksen sosiaalista vastuusta *Corporate Social Responsibility* (CRS) ja yrityksen imagon vahvistamisesta aina hyväntekeväisyyteen asti. Yrityksillä ja valtioilla, joiden täytyy noudattaa päästövähennysvelvoitetta voi olla lisätavoitteita, jotka menevät päällekkäin vapaaehtoisostajien motivaation kanssa. Siltä osin kuin ne päättävät

täyttää nämä velvoitteet ostamalla päästöyksiköitä, niiden tarve täyttää päästövähennysvelvoitteita oikeudellisesti sallitulla tavalla rajaa tiukasti niiden päästöyksiköiden määrää ja laatua, joita ne voivat käyttää.

Kioton pöytäkirjan allekirjoittaneet teollisuusmaat ovat vapaaehtoisesti hyväksyneet pöytäkirjan sitovat tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, mikä on luonut maille päästökiintiöt. Sopimuksen allekirjoittajamaat ovat kehittäneet päästövähennys Hankkeita, joissa teollisuusmaat yhdessä kehitysmaiden kanssa toteuttavat kehitysmaissa hankkeita eri mekanismien avulla. Teollisuusmaat tarjoavat hankkeiden rahoituksen ja kehittyvät maat luovuttavat hankkeiden avulla syntyneet päästöoikeudet teollisuusmaiden käyttöön. Hankkimillaan vähennyksillä teollisuusmaat kompensoivat päästökiintiöitä ja kiintiön ylittävä osuus voidaan myydä eri markkinapaikoilla. Pöytäkirjan osapuolimaita oli 2.8.2012 yhteensä 192 kappaletta (UNFCCC 2012a).

Kuvaan 6 on merkitty vaalean harmaalla värillä maat, jotka eivät ole ottaneet Kioton pöytäkirjaan kantaa. Muut maat ovat allekirjoittaneet ja ratifioineet pöytäkirjan. Tämän lisäksi tummanharmaalla on merkitty teollisuusmaat (niin sanotut Annex I ja II -maat). Yhdysvallat on allekirjoittanut pöytäkirjan, muttei ratifioinut sitä ja Kanada on vetäytynyt sopimuksesta 15. joulukuuta 2011.



Kuva 6. Kioton pöytäkirjan allekirjoittajamaat (UNFCCC 2012a)

Päästövähennysvelvoitteiden hyväksyminen on luonut kaksi suurta säänneltyä päästöjärjestelmää: EU:n alueelle EU ETS:n ja Kioton pöytäkirjan alaisen CDM järjestelmän. Säännellyillä markkinoilla kysyntä syntyy velvoitteiden täyttämistä, mutta vapaaehtoisuuteen perustuvilla markkinoilla kysynnän on synnyttävä ilman pakkoa. Yhdysvallat on ollut ja pysyy edelleen vapaaehtoisuuteen perustuvien markkinoiden tärkeänä keskuksena osittain juuri siksi, että se ei ole ratifioinut Kioton pöytäkirjaa (Genest ja Chenost 2010, s.2).

Yhdysvallat on ollut tärkeä metsähankkeiden kehittäjä ja Pohjois-Amerikka on perinteisesti ollut ylivoimaisesti suurin metsähankkeiden tarjoaja kansainvälisillä hiilimarkkinoilla. Genest ja Chenos (2011, s. 3) mukaan Pohjois-Amerikan osuus kaikista metsähankkeista vuonna 2009 oli 15,9 % ja kaikista koskaan vaihdetuista päästöyksiköistä 39 %. Yhdysvalloissa metsähankkeiden suosiota voidaan selittää niiden laajalla ja positiivisella hyväksynnällä. Niitä ei arvosteta pelkästään taloudellisen arvon vuoksi vaan myös sosiaalisten- ja ympäristöhyötyjen vuoksi. Myös ostajat arvostavat niitä samoista syistä. Monet ostajat hankkivat päästöyksiköitä eettisistä syistä tai vihreän imagon ylläpitämiseen. Neeff ym. (2010) mukaan vuonna 2010 yhdysvaltalaisista päästöyksiköiden ostajista 73 % suhtautui positiivisesti tai erittäin positiivisesti metsäpäästöoikeuksiin ja lisäksi he asettivat kotimaiset hankkeet etusijalle. 79 % pohjoisamerikkalaisista vastaajista piti yhdysvaltalaisista hanketta toivottuna tai erittäin toivottuna.

Yhdysvalloissa päästöyksikön kysyntää on lisännyt *the Environmental Protection Agency* vuonna 2009 julkaisema päätös, että kuusi Kioton pöytäkirjassa mainittua kasvihuonekaasua ovat vaaraksi kansanterveydelle ja hyvinvoinnille. Päätös on lisännyt sääntelyä ja päästöjen raportointivelvoitetta. Tammikuussa 2010 Yhdysvallat teki myös UNFCCC:ssä ei-sitovan lupauksen vähentää hiilipäästöjä 17% vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Nämä päätökset voivat vaikuttaa merkittävästi kansalliseen päästökauppaan, jossa kotimaisia päästöyksiköitä voitaisiin käyttää vuosittain hyväksi 1500 MtCO<sub>2</sub> ja kansainvälisiä päästöyksiköitä 500 MtCO<sub>2</sub>. Yhdysvalloissa on laadittu skenaarioita muutamasta kansallisesta säännelystä ohjelmasta ja useasta paikallisesta *Cap-and-Trade* -järjestelmästä sekä

myös koko Yhdysvallat kattavan päästöjärjestelmän US ETS luomisesta (Youngman ym. 2011). Laki maan laajuiseen CAP-järjestelmän luomiseksi on säädetty *American Clean Energy and Security Act*:ssa (2009). Vaikka laki hyväksyttiin kongressissa kesäkuussa 2009, Senaatti ei ottanut ilmastonmuutos lainsäädäntöä käsittelyyn heinäkuussa 2010, vaan päätti jättää sen lepäämään.

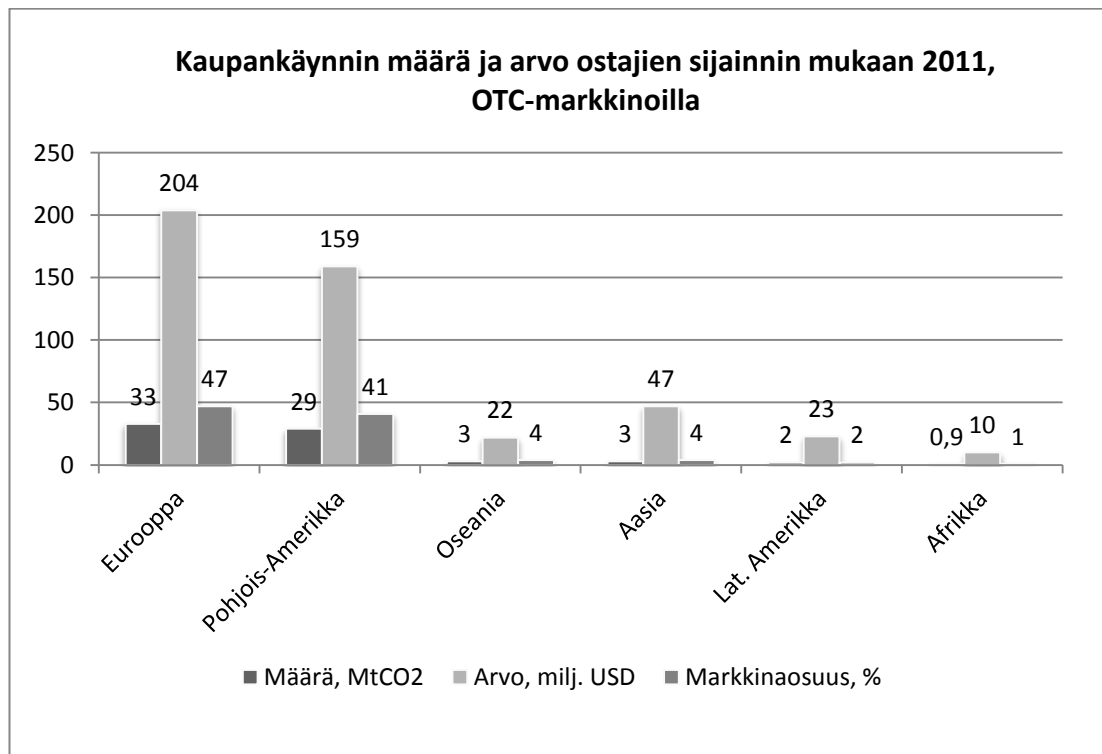
Hamiltonin ym. (2010, s. 43) tutkimus selvitti, että päästökauppaa ennakoivien ostajien *Pre-Compliance Buyers* osuus vuonna 2009 Yhdysvaltain päästöyksikkömarkkinoilla nousi huomattavasti kun *Clean Energy and Security Actin* hyväksyttiin. Monet metsäpäästöyksikön ostajista ostivat yksiköitä siinä toivossa, että ne tullaan myöhemmin hyväksymään osaksi jotain säänneltyä ohjelmaa.

### **3.7 Päästöyksiköiden kysynnän ja tarjonnan tilanne vuonna 2011**

Peters-Stanley ja Hamiltonin (2012) mukaan vuonna 2011 vapaaehtoiset ostajat muodostivat suurimman osan päästöyksiköiden kysynnästä. Hankkeiden toimittajat raportoivat myyneensä 53 % päästöyksiköistä hankintakauppana suoraan vapaaehtoisille ostajille. Yhdessä välittäjien kanssa puhtaasti vapaaehtoisuuteen perustuva markkinasegmentti käsitti 81 % kaikista liiketoimista, arvoltaan 368 miljoonaa dollaria.

Edelleen saman julkaisun mukaan eurooppalaiset ostajat säilyttivät johtonsa suurimpana päästöyksiköiden kysynnän lähteenä. Kuvassa 7 on kuvattu vaihto alueittain. Vuonna 2011 Euroopassa vaihdettiin 33 MtCO<sub>2</sub>e edestä päästöyksiköitä arvoltaan noin 204 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria, eli vähän yli kolmasosa koko maailman OTC-markkinoiden arvosta. Kun yhteen laskettiin maakohtainen säännelty- ja vapaaehtoinen kysyntä, Yhdysvallat nousi kärkipaikalle. Se osti 19 MtCO<sub>2</sub>e vapaaehtoiisiin tarkoituksiin ja 12,4 MtCO<sub>2</sub>e suoraan loppukäyttäjille. Lisäksi toiset 10 MtCO<sub>2</sub>e vaihdettiin Kalifornian sääntelyä edeltäviin tarkoituksiin. Keskihinta tälle sääntelyä ennakoivalle erälle oli 8 USD/tCO<sub>2</sub> ja kokonaisarvo 85 miljoonaa dollaria. Kanadassa vapaaehtoisostajat kävivät kauppaa määrältään 58 %

vähemmän kuin vuonna 2010 eli noin 1 MtCO<sub>2</sub>e. Oseaniassa kasvu perustui Australiaan ja Uuteen-Seelantiin. Kehittyvillä markkinoilla Asiassa, Latinalaisessa Amerikassa ja Afrikassa käytiin kauppaa 5 MtCO<sub>2</sub>e eli seitsemän prosentin markkinaosuudella koko OTC-kaupasta. Kehittyvien markkinoiden 32 % lasku määrissä selittyy sillä, ettei Latinalaisessa Amerikassa tehtiin vuonna 2010 muutaman suuri kauppa.



Kuva 7. Kaupankäynnin määrä ja arvo ostajien sijainnin mukaan 2011 OTC-markkinoilla (Peters-Stanley ja Hamilton 2012 s. vii)

Päästökauppaa ennakoivassa ääripäässä kaksi kolmasosaa yksiköistä kaupattiin loppukäyttäjille, jotka ostivat oikeudet siinä toivossa, että ne voitaisiin vaihtaa säänneltyjen markkinoiden päästöyksiköiksi. Yleisesti ottaen ennakoiva kysyntä pysyi vakaana, kun toimittajat ja ostajat odottivat ohjeita siitä, miten vapaaehtoiset ennen sääntelyn alkua luodut yksiköt voidaan muuntaa säännellyiksi yksiköiksi ja millä tapaa energiasektorin ostajat on velvoitettu kompensoimaan päästönsä. (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s. vii-viii.)

Sekä ennakosektorilla, että puhtaasti vapaaehtoisella sektorilla 92 % kaikista yksiköistä vaihdettiin yritysostajien välillä. Suurin osa näistä ostajista (54 %) ostivat yksiköitä yrityksen sosiaaliseen vastuun tai suhdetoiminnan ja tuoteimago tarkoituksiin. Muita yritysostajien motiiveja olivat markkinaosuudella mitattuna: jälleenmyynti 22 %, ennakointi suoraan sääntelyyn 12 % ja toimitusketjun saaminen ympäristöystävällisemmäksi 3 %.

Vuonna 2011 energiasektorin yritykset olivat suurimpia vapaaehtoisia päästöyksikön ostajia. Sikäli kuin Kalifornian ohjeita siitä, miten laitoksia vaadittaisiin kompensoimaan päästöjään, ei ollut vielä saatavilla vuonna 2011, laitokset ostivat päästöyksiköitä täysin vapaaehtoisin tarkoituksiin. Monet ostot tapahtuivat Euroopassa, missä olemassa olevat vastuut EU:n päästökauppajärjestelmässä eivät heikentäneet kysyntää vapaaehtoisin oikeuksiin. Tuotteiden tukku- ja vähittäiskaupan yritykset kävivät kauppaa toiseksi eniten määrällisesti, kun taas valmistajat kävivät kauppaa noin 19 %. Myös rahoitus, vakuutus, ja liikenteen sektoreilla tehtiin suuria kauppvoja.

Taulukosta 3 selviää, miten markkinaosuusprosentit olivat jakaantuneet OTC-markkinoilla eri päästöhankkeiden kesken vuosina 2010-2011. Eniten markkinaosuutta oli tuulivoimahankkeissa luoduilla yksiköillä, myös niiden markkinaosuuden muutos vuoteen 2010 verrattuna nousi liki kaksinkertaiseksi. Markkinaosuutta kasvattivat erityisesti isot vesivoimala- ja biomassahankkeet sekä polttoaineen vaihto -hankkeet. Markkinaosuus pieneni erityisesti REDD- ja kaatopaikkojen metaanin talteenottohankkeilla.



Taulukko 3. Markkinaosuusprosentit vaihdetuista MtCO<sub>2</sub>e päästöyksiköistä eri hanketyyppien mukaan OTC-markkinoilla ja markkinaosuuksien muutosprosentit 2010-2011 (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s. 17 ja Diaz 2011 s. 11)

Markkinaosuusprosentit vaihdetuista MtCO <sub>2</sub> e päästöyksiköistä eri hanketyyppien mukaan OTC markkinoilla ja markkinaosuuksien muutosprosentit 2010-2011			
Hankkeen tyyppi	2010 (%)	2011 (%)	<i>Muutos (%)</i>
REDD/Metsäkadon välttäminen	29	9	-69
Kaatopaikkojen metaani	16	7	-56
Tuulivoima	11	30	173
Metsitys/uudelleenmetsitys	6	10	67
Joen virtaaman vesivoima	6	3	-50
Isot vesivoimalat	1	4	300
Otsonikerrosta heikentävät aineet (USA)	6	3	-50
Tehostettu metsänhoito	5	4	-20
Biomassa	2	7	250
Puhtaat keittoliedet	-	4	-
Karjan metaani	2	2	0
Polttoaineen vaihto	1	3	200
Energiatehokkuus	2	1	-50
Jäteveden metaani	2	2	0
Muut	11	11	0

### 3.8 Hintaerot vapailla päästömarkkinoilla

Conte ja Kotchen (2009) ovat tutkineet vapaitten markkinoitten päästöyksikön hintaeroja. Heidän tutkimuksessaan tutkittiin tekijöitä, joiden avulla pystytään selittämään päästöyksikön hinnan suuria eroja. He estimoivat hedonistisia hintafunktioita käyttämällä selittävinä tekijöinä useita toimittaja- ja hankekohtaisia muuttujia. Estimoinnin tuloksena saatiin, että sijainnilla on erittäin merkittävä vaikutus päästöyksikön hintaan niin toimittaja- kuin hanketasollakin. Tutkimuksessa tarkasteltiin itsenäisen *Carbon Catalogin* (CC) tarjoamia tietoja erityyppisistä hankkeista. Hankkeen toimittajista tehtiin huomio, että toimittajat, jotka ovat sijoittuneet Eurooppaan, myivät yksiköitä noin 30 % kalliimmalla kuin toimittajat Pohjois-Amerikassa, Australiassa tai Uudessa-Seelannissa. Tutkijat huomasivat myös, että kehittyvissä maissa toteutettavat hankkeet ja niiden päästöoikeudet olivat

huomattavasti kalliimpia (noin 20 %) kuin teollisuusmaissa. Erääksi syyksi tähän oletettiin sitä, että ostajat halusivat vapaaehtoisesti maksaa päästöyksikön enemmän ja sitä kautta vaikuttaa esimerkiksi köyhyyteen. Tätä tuki myös huomio siitä, että kaikkein vähiten kehittyneet maat saivat yksiköstä paremman hinnan kuin kehittyvät maat. Sillä ei ollut vaikutusta, oliko tuottaja yleishyödyllinen vai voittoa tavoitteleva yhteisö, eikä sillä kuinka monta hanketta tuottajalla oli.

Tutkittaessa eri hanketyyppejä tehtiin havainto, että päinvastoin kuin muilla sektoreilla, metsään perustuvista hankkeista saaduille yksiköille maksettiin alhaisempaa hintaa, eli noin keskimäärin 5-8 USD vähemmän, kuin mitä muista hankkeista saaduille yksiköille maksettiin. Jos hanke sijaitsi kehittyvissä maissa tai vähiten kehittyneissä maissa, oli maksettu hinta vieläkin alhaisempi. Metsään liittyviin päästöyksiköihin liittyy ehkä suurin epävarmuus päästövähennyksen lisäarvosta ja pysyvyydestä, mikä vaikuttaa sen hintaan. Kun muuttujiksi lisättiin se, että jokin kolmas osapuoli oli sertifioinut yksiköt, erot metsähankkeiden ja muiden hankkeiden välillä pienenevät. CDM- tai Gold Standard -sertifioidut päästöoikeudet, jotka hyväksytään Kioton pöytäkirjassa, olivat 30 % kalliimmat verrattuna keskiarvohintaan, kun taas VCS-sertifioidun yksikön hinta alitti keskiarvon ja oli jopa alemmalla tasolla kuin sertifioimaton päästöoikeus.

## **4 PÄÄSTÖVÄHENNYKSEN ERILAISTAVAT TOIMENPITEET**

### **4.1 Metsien hiilensidonta ja -varastointikyky**

Nabuursin ym. (2008, s. 194) mukaan metsillä tiedetään olevan suuri hiilenottokyky kasvien ja puiden yhteyttämisen ansiosta. Ne voivat toimia hiilivarantona tai lähteenä riippuen tasapainosta hiilen varastoinnin ja varaston purkamisen välillä. Varastoa purkaantuu muun muassa kasvihengityksessä, maatumisessa, tulipaloissa tai metsänhakkuissa. Nikinmaan ym. 2000 mukaan metsien puut ovat hiilen kierroltaan erilaisia muihin kasveihin verrattuna, koska kasvaessaan puuhun muodostuu sydänpuuta ja oksia, jotka eivät aktiivisesti osallistu puun soluhengitykseen, mutta eivät myöskään hajoa ennen koko puun kuolemaa. Kasvavan metsän puusto on hiilen nielu, koska kasvussa sitoutuu hiiltä enemmän kuin hengityksessä vapautuu. Yksittäisen puun kasvaessa hiiltä sitoutuu aluksi nopeasti, mutta ajan myötä sitoutuminen hidastuu. Puun kuoltua se hajoaa ja hiiltä vapautuu, kuitenkin yleensä hitaammin kuin hiiltä on kasvussa sitoutunut. Koko elinkaaren aikana nettovaikutus on nolla, kun kaikki sitoutunut hiili on vapautunut. Koko metsälön tasolla uusi puusukupolvi voi kasvaa nopeammin kuin edellinen hajoaa. Tällöin maahan varastoituu hiiltä ja koko metsän hiilivaranto kasvaa.

Nabuursin ja Schelhaasin (2002, s. 218) mukaan päätehakkuun jälkeen metsikkö toimii ensimmäisen vuosikymmenen hiilen lähteenä, jolloin puuston kasvu ei vielä kata maaperässä tapahtuvaa hiilivarannon hajoamista. Kasvun nopeutuessa hiilen varanto kasvaa nopeasti seuraavat noin 40 vuotta. Tämän jälkeen metsän hiilensidontakyky alkaa vähetä, kunnes metsikkö saavuttaa tasapainotilan, jossa hiiltä sitoutuu ja hajoaa yhtä paljon. Edelleen Nabuursin ja Schelhaasin (2002) tutkimuksessa esitettiin, että nielutasapainotilan saavuttamiseksi olisi ylläpidettävä useita eri kasvuvaiheessa olevia metsälöitä. Periaatteessa eri aikaan istutetut metsät kykenisivät yhdessä ylläpitämään hiilivarantoa, vaikka niihin kohdistuisi häiriöitä esimerkiksi hyönteistuhoja, metsäpaloja tai hakkuita, kunhan häiriöiden taso ja esiintymistiheys eivät muuttuisi.

Myneni ym. (2001) tutkimuksessa hiilinielujen sijainnista ja koosta arvioitiin, että lauhkealla vyöhykkeellä ja pohjoisilla havumetsäalueilla hiilivarantoihin sitoutui noin 1-2 gigatonnia hiiltä vuodessa. Nämä varastot edustivat 15-30 % vuotuisesta maailmanlaajuisista fossiilisten polttoaineiden ja teollisuuden hiilipäästöistä. Taulukossa 4 on esitetty Myneni ym. (2001) kaukokartoitustutkimuksen tuloksia hiilivarannoista, hiilinieluista ja metsäalueista maittain ja alueittain lauhkealla vyöhykkeellä ja pohjoisilla havumetsäalueilla.

Taulukko 4. Kaukokartoitukseen perustuvia arvioita puuaineeseen varastoidusta hiilestä vuosina 1995-1999, lauhkealla vyöhykkeellä ja pohjoisilla havumetsäalueilla Pohjois-Amerikassa ja Euraasiassa (Myneni 2001, s. 14788)

Maa	Varaston keski-arvo tonnia/ha	Hiilivarasto Gt C	Hiilinielu Gt C /ha	Metsäalue milj. ha
Kanada	44,09	10,56	0,07312	239,5
Yhdysvallat	57,91	12,48	0,14153	215,5
<b>Pohjois-Amerikka Yhteensä</b>	<b>50,64</b>	<b>23,04</b>	<b>0,21465</b>	<b>455,0</b>
Kiina	25,77	3,68	0,03862	142,6
Suomi	34,88	0,60	0,00556	17,2
Japani	47,35	0,90	0,01192	19
Venäjä	37,98	24,39	0,28359	642,2
Ruotsi	39,86	1,06	0,01386	26,5
Muut*	59,40	7,05	0,11617	117,4
<b>Euraasia yhteensä</b>	<b>39,99</b>	<b>37,68</b>	<b>0,46972</b>	<b>964,9</b>
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>42,61</b>	<b>60,72</b>	<b>0,68437</b>	<b>1419,9</b>
* Albania, Armenia, Itävalta, Aserbaidžan, Valko-Venäjä, Belgia, Bosnia ja Herzegovina, Bulgaria, Kroatia, Kypros, Tsekki, Tanska, Viro, Ranska, Georgia, Saksa, Kreikka, Unkari, Italia, Kazakstan, Kirgizstan, Latvia, Liettua, Alankomaat, Norja, Puola, Portugali, Romania, Slovakia, Slovenia, Espanja, Sveitsi, Tadjikistan, Turkki, Turkmenistan, Iso-Britannia, Ukraina, Uzbekistan				

Euroopassa ja maailmanlaajuisesti metsiä on viime vuosikymmeninä pidetty hiilinieluina (IPCC 2007). Pelkästään Euroopassa sijaitsevien puiden yhteyttämisen ja biomassan kasvun ansiosta on vuosien 2005 ja 2010 välillä poistunut ilmakehästä noin 870 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub> vuosittain. Tämä vastaa näiden maiden noin 10 % kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 2008. (Michalak 2011, s. 7)

Myös maaperän tyyppi vaikuttaa hiilensidontakykyyn. Suomen kangasmetsien maaperän on laskettu toimivan hiilinieluna puuston tapaan (Sievänen 2010). Puuvarat tuottavat kariketta ja siirtävät hiiltä puustosta maahan. Metsien hiili on varastoitunut pääasiassa maapohjaan. Kaupin (1997) tutkimuksen mukaan Suomen hiilivarat ovat muiden boreaalisten maiden tapaan sitoutuneet maaperään, jossa on lähes 90 % metsiemme hiilivarannosta. Eniten hiiltä on sitoutunut turpeeseen (16.500-20.000 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub> vastaava määrä) ja seuraavaksi eniten kangasmetsien maaperään (3.700-5.500 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>). Puustossa oleva hiili (noin 2.600 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>) muodostaa noin 11 % metsien kokonaishiilestä. Puusta valmistettujen, käytössä olevien tuotteiden hiilivarasto on muutama prosenti metsien muihin hiilivarastoihin verrattuna (Liski 2000).

## **4.2 Hiilinieluvaikutuksen aikaansaavat toimenpiteet**

### **4.2.1 Metsittäminen ja metsänuudistaminen**

Metsän kyvyllä synnyttää päästövähennyksiä tarkoitetaan hiilen fyysistä sitoutumista metsään tai metsätuotteeseen, vähennystä fossiilisten polttoaineen kulutuksessa, joka saadaan aikaan korvaamalla sitä metsätuotteella ja uusiutumattoman luonnonvaran korvaamista uusiutuvalla metsätuotteella. Metsäsektorin toimenpiteitä, joilla voidaan vaikuttaa ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kehitykseen, ovat muun muassa olemassa olevien hiilivarastojen ja nielujen suojele ja lisäys, uusien hiilivarastojen ja nielujen perustaminen, sekä fossiilisen energian, raaka-aineiden ja tuotteiden korvaaminen uusiutuvalla biomassalla (Marttila ym. 2000, s. 4).

Kioton pöytäkirjan mukaan (UNFCCC 2002, s.58) ilmastonmuutosta hidastaviksi toimiksi lasketaan päästöjen vähentämisen ohella rajoitetusti hiilinieluja, jotka pöytäkirjan mukaisesti tarkoittavat hiilidioksidin sitomista ilmakehästä maa ekosysteemien kasvillisuuteen sekä mahdollisesti myös hiilen kertyminen maaperään. Artiklassa 3.3 on määritelty hiilinieluvaikutuksen laskentaan mukaan luettavat toimenpiteet:

- Metsittäminen *afforestation* (AF) on ihmisen istuttamaa, kylvämää ja/tai muuten luonnon siemenistä aikaansaamaa metsää alueelle, joka ei ole ollut metsitettynä viimeiseen 50 vuoteen.
- Metsänuudistaminen *reforestation* (RE) on ihmisen aikaansaama muutos ei-metsämaasta metsämaaksi istuttamalla, kylvämällä ja/tai muuten luonnon siemenistä aikaansaamaa metsää alueelle, joka on ollut metsämaata, mutta on muuttunut metsättömäksi.
- Metsän hävittäminen *deforestation* (DF) metsän muuttaminen muuhun käyttöön

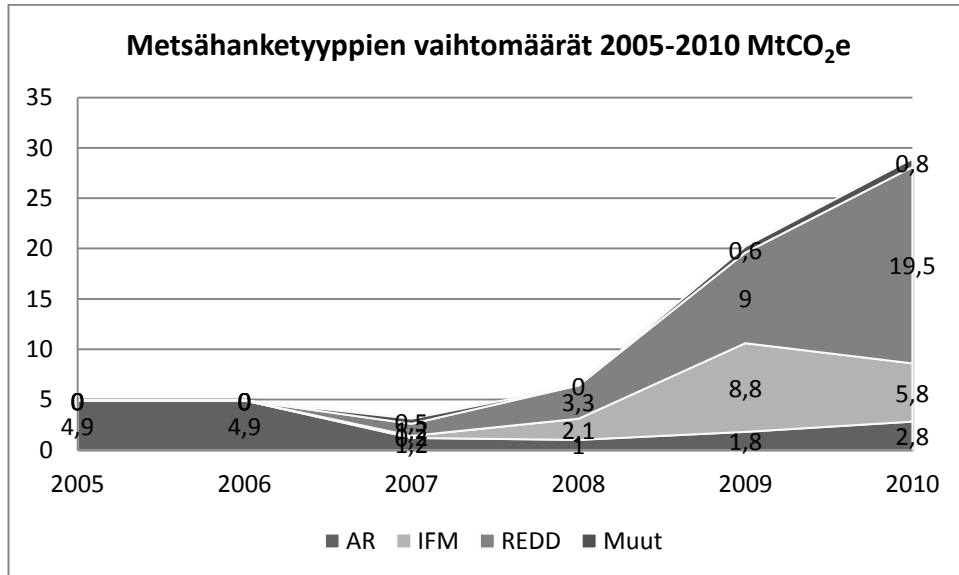
Kiotoon pöytäkirjassa määritellyt hiilinielutoimenpiteet metsittäminen (AF) ja metsänuudistaminen (RF), joita yhteisesti kutsutaan AR-hankkeiksi, ovat käytössä myös säännellyillä markkinoilla. On huomattava, että CDM-mekanismeilla luodut CER-yksiköt, joiden hankkeiden alkuperä on AF tai RF, eivät ole samanarvoisia muiden CER-yksiköiden kanssa. Tämä johtuu eroista hankkeiden pysyvyyden välillä. Metsähankkeiden kohdalla haluttiin varmistua, että päästövähennykset olisivat pysyviä, toisin sanoen, että puut joista vähenemät oli laskettu, olisivat paikallaan vielä tulevaisuudessa. Tästä syystä päästöyksiköt on jaettu kahteen osaan väliaikaiseen *temporary* CER-yksikköön (tCER) ja pitkäaikaiseen *long-term* CER-yksikköön (lCER). tCER-yksiköt erääntyvät liikkeeseenlaskukauttaan seuraavan sopimuskauden lopussa. lCER-yksiköt erääntyvät hankkeen hyvityskauden lopussa. Hankekehittäjät voivat valita joko 30-vuotisen rajatun hyvityskauden tai 20-vuotisen kahdesti uusittavan hyvityskauden.

Vapaaehtoisilla markkinoilla AF- ja RF-toimenpiteet ovat määritelty eri tavalla, mutta ovat kuitenkin periaatteeltaan samankaltaisia. Esimerkiksi Yhdysvalloissa CAR (Climate Action Reserve 2010, s. 4) määrittelee metsänuudistamistoimen niin, että hankkeeksi hyväksytään puupeitteen palauttaminen maa-alueelle, joka ei ole optimitehystasolla ja jolla on vähäisiä, lyhytaikaisia (alle 30 vuotta) kaupallisia hyötyjä.

CDM-hankemekanismiin liittyvät *Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation* (REDD) -hankkeet, joissa olemassa olevaa metsää suojellaan

maankäytön muutokselta tai hiilinielun vähenemiseltä. Näissä hankkeissa arvioidaan päästöjä verrattuna tilanteeseen, jossa päästöhankkeen puuttuminen olisi lisännyt päästöjä. Päästövähennys siis toteutuu olettamalla päästöjen vähentyneen verrattuna perustilanteeseen.

Kuvassa 8 on jaoteltu metsähanketyyppien vapaat markkinat määrällisesti (MtCO<sub>2</sub>e) AR-, IFM-, REDD- ja muut hankkeet erittelyn mukaan. Vaihto pysyi vuosien 2005 ja 2008 välillä noin 5 MtCO<sub>2</sub>e:ssä. Vuodesta 2008 vuoteen 2010, vaihdon määrä on noussut noin 22 %. Yhteensä vaihtoa vuonna 2010 kertyi 28,9 MtCO<sub>2</sub>e. Hanketyyppien vaihtomäärien nousuun vuodesta 2008 on vaikuttanut markkinoiden muodostuminen Kioton pöytäkirjassa hyväksytyjen mekanismien ympärille. AR-hankkeiden vaihdossa on tapahtunut laskua ja niitten vaihto on noin puolittunut vuodesta 2005. Suurin metsähanketyyppien vaihtomäärä vuonna 2010 on muodostunut REDD-hankkeissa (19,5 MtCO<sub>2</sub>e). REDD-hankkeiden vaihdon määrä on noin viisinkertaistunut kahdessa vuodessa. Kokonaisvaihdosta vuonna 2010 IFM-hankkeiden osuus oli noin 20%.



Kuva 8. Metsähanketyyppien vaihtomäärät 2005-2010, (Diaz ym. 2011, s. 34)

#### 4.2.2 Metsänhoito ja tehostettu metsänhoito

Kioton sopimuksen artiklan 3.3 mukaisen rajauksen ulkopuolelle jäävistä hiilinieluista osa sisältyy artiklan 3.4 toimiin. Hyväksyttäväksi metsää koskevaksi toimenpiteeksi on tässä artikkelissa sovittu metsänhoito *Forest Management* (FM), joka voi tarkoittaa esimerkiksi metsän kiertoajan pidentämistä tai metsän lannoitusta. Metsänhoitoon ja tehostettuun metsänhoitoon liittyvillä hankkeilla käytetään nimitystä *Improved Forest Management* (IFM). Metsänhoidolliset toimenpiteet on määriteltä myös vapaaehtoisilla markkinoilla, esimerkiksi CARin metsähankkeiden protokollassa. Siinä hyväksyttäväksi tehostetuiksi metsänhoitotoimiksi on lueteltu muun muassa kiertoajan pidentäminen, alikasvuisten ja sairastuneiden puiden harvennus metsän tuottavuuden parantamiseksi, täydennysistutus ja puuvarannon ylläpito (Climate Action Reserve 2010, s. 5). VCS-ohjelmassa IFM-toimiksi luetellaan muun muassa metsän kiertoaika sekä toiminnot, joissa talousmetsää muutetaan suojelumetsäksi.

Metsittäminen ja metsänuudistaminen liittyvät suoraan metsän hiilensidontakyvyn lisääntymiseen. Metsänhoidolla sen sijaan voi olla positiivisia tai negatiivisia vaikutuksia metsän hiilivarantoon varsinkin lyhyellä aikavälillä. Metsänhoitotoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi metsän lannoitus, joka tähtää metsän kasvun parantamiseen, harvennukset tai kiertoajan pidentäminen. Harvennukset ja kiertoajan pidennys eivät yksinään välttämättä lisää metsän hiilivarantoa, jollei niihin yhdistetä muita toimenpiteitä esimerkiksi hiilen varastointia puutuotteiden muodossa tai metsätuotteiden energiakäyttöä.

#### 4.2.3 Kiertoajan pidennys

Kiertoajan pidennyksellä tarkoitetaan päätehakkuihin nostamista. Tehokkaammin talousmetsien puuston hiilivarantoa voidaan kasvattaa vähentämällä hakkuita, jolloin hiiltä sitoutuu biomassaan ja puutuotteisiin. Päätehakkuihin nostaminen kasvattaa siis puuston hiilivarantoa, mutta karikesyöte maahan ei välttämättä kasva yhtä paljon,



vaan se voi jopa vähentyä ja vähentää maaperän hiilivarantoa. Kaipainen ym. (2004) tutkivat kiertoajan vaikutusta eurooppalaisten metsien hiilinieluihin. Suomesta mukaan valittiin metsikkötyypeistä mänty (*Pinus sylvestris*) ja kuusi (*Picea alba*). Hiilinielujen muutos tutkittiin puun, maaperän ja puutuotteiden osalta

Taulukko 5. Kiertoajan muutoksen vaikutus hiilivarantoon (Kaipainen ym. 2004 s. 211)

Muutos hiilivarannossa, kun käytetään suosituksesta poiketen 20 vuotta pidempää kiertoaikaa							
			Muutos hiilinielussa ( Mg/ha)				
Maa	Metsätyyppi	Kiertoaika	Puusto	Maaperä	Metsä yhteensä	Puu-tuotteet	Kaikki yhteensä
Suomi	<i>Pinus sylvestris</i>	90 (110)	6	0,1	<b>6,1</b>	-0,6	<b>5,5</b>
Suomi	<i>Picea alba</i>	90 (110)	9,5	0,5	<b>10,2</b>	-0,1	<b>10</b>
Saksa	<i>Pinus sylvestris</i>	120 (140)	4,8	-1	<b>3,8</b>	-0,7	<b>3,1</b>
Saksa	<i>Picea alba</i>	100 (120)	14,5	0,1	<b>14,6</b>	-0,6	<b>14</b>
Iso-Britannia	<i>Picea sitchensis</i>	40 (60)	24,6	11,7	<b>36,3</b>	4	<b>40,3</b>
Espanja	<i>Pinus sylvestris</i>	100 (120)	8	4,9	<b>12,9</b>	-0,4	<b>12,4</b>
Espanja	<i>Pinus pinaster</i>	80 (100)	9,3	10,4	<b>19,7</b>	-0,1	<b>19,6</b>

Kaipaisen (2004) tutkimuksessa Suomen osalta saatiin tulokseksi, että oletuksen mukaan puiden hiilivaranto oli sitä suurempi mitä pidempi oli kiertoaika, sillä vuosittaisia päätehakkuita ei perustilanteeseen nähden tehty. Taulukkoon 5 on koottu kiertoajan muutoksen vaikutus hiilivarantoon. Mäntypuun hiilinieluvaikutus oli suurimmillaan 60 vuoden kiertoajalla, mutta se väheni vain hieman kiertoajan pidentyessä. Koska puuston hiilinieluvaikutus oli melko pieni, se vaikutti vähemmän maaperän kuin puuston hiilinieluvaikutukseen. Suurempi biomassa tuotti positiivisen hiilinieluvaikutuksen suuremmalla karikemäärällä, mutta sitä vähensi hakkuujätteen vähentyminen hakkuiden vähentyneen lukumäärän vuoksi sekä sen vuoksi, että suuremmat puut tuottavat vähemmän hakkuujätettä. Puuston hiilivaranto riippui kaadetun puun määrästä ja laadusta. Puuvaranto oli suurimmillaan 70-vuoden kiertoajalla. Kiertoajan pidentäminen maksimitasosta 70 vuodesta 110 -vuodeksi vähensi puuston keskimääräistä hiilivarantoa 14 %. Tutkimuksesta voitiin vetää myös johtopäätös, että kohteina olevat metsiköt lisäsivät hiilivarantoa, kun kiertoaikaa pidennettiin, mutta sidotun hiilen määrä oli riippuvainen puulajista.

#### 4.2.4 Harvennukset

Harvennuksilla aktiivisesti vähennetään puurunkojen lukumäärää kiertoajan puitteissa. Sillä pyritään lisäämään jäljelle jääneiden puiden kasvua ja samalla aikaistetaan puista saatavia myyntituloja. Harvennuksilla voidaan vaikuttaa edelleen kasvatettavien puulajien valikoimaan ja valikoida kasvatettavaksi laadullisesti parhaat puut. Harvennuksilla on vaikutusta kasvuun lisäykseen, mutta biomassan määrää se ei kasvata verrattuna tilanteeseen, jossa harvennus jätetään tekemättä. Selvää kokonaisvaikutusta metsän hiilenvarastointikykyyn on myös vaikea osoittaa.

Nilsen ja Strand (2008) tutkivat Norjassa kuusimetsän (*Picea abies*) harvennusten vaikutusta metsikön hiilivarantoon ja nieluun. Tutkimuksessa selvisi, että maan yläpuolisiin osiin varastoitunut hiili ja metsän hiilensidontakyky vähenivät noin 32-33 vuodeksi harvennusten jälkeen. Maaperän hiilivarantoon harvennuksilla ja niiden voimakkuuksilla ei ollut merkittävää vaikutusta. Myös Eriksson (2006) on tutkinut Ruotsissa harvennusten vaikutusta biomassan tuotantoon mänty (*Pinus sylvestris*) ja kuusimetsissä (*Picea abies*). Kuusen osalta alaharvennus antoi suurimman (MAI) *Mean Annual Increment* -arvon eli vuosittaisen kasvun lisäyksen verrattuna harventamattomaan metsään. Kuitenkaan harvennustoimenpiteellä ei ollut merkittävää vaikutusta kasvun lisäykseen. Männyn osalta alaharvennus ja lannoitus toivat suurimman kasvun lisäyksen. Kaikissa tapauksissa metsikön biomassa oli suurimmillaan harventamattomassa metsässä.

#### 4.2.5 Puutuotteet

Puutuotteisiin sitoutuu hiiltä tuotteen elinkaaren ja hajoamisen väliseksi ajaksi. Puutuotteiden varasto kasvaa ja toimii hiilinieluna, koska tuotteita valmistetaan enemmän kuin niitä poistuu käytöstä. Suomalaisten puutuotteiden hiilivarasto on kasvanut vuosittain noin 0,7 miljoonalla tonnilla viimeisen kymmenen vuoden aikana (Uusivuori ja Laturi 2010).

Korjattu puutavara hyödynnetään monenlaisiksi tuotteiksi. Puuhun sitoutunut hiili pysyy puuaineessa, kunnes se hajoaa tai palaa ja vapautuu takaisin ilmakehään. Teollisella puun käytöllä voidaan lisätä suhteessa puutuotteisiin sitoutuneen hiilen määrää. Suurin osa lauhkealla ja boreaalisella metsävyöhykkeellä korjatusta puusta on teollisuudessa käytettävää pyöreää puutavaraa. Puusta käytetään noin 50-75 % lopputuotteiksi ja loput käytetään energian valmistukseen tai se jää hakkuutähteeksi.

Puutuotteet vaikuttavat hiilen sitoutumiseen ja kulutukseen monella tapaa. Puuaine itsessään on kuivapainoltaan 50 %:sti hiiltä. Puuainetta voidaan kierrättää ja puutuotteet voivat korvata muita tuotteita, joihin ei sitoudu hiiltä. Puumateriaali voi olla myös helpommin työstettävää ja näin vähemmän fossiilista energiaa kuluttavaa, kuin vastaava muu materiaali. Yhdysvaltojen *Environmental Protection Agency* on tutkinut nettohiilipäästöjä, kun tuotetaan tonni erilaisia materiaaleja (Edmonds ja Lippke 2004). Taulukosta 6 ilmenee, että päästöiltään puupohjainen materiaali on ainoa, jolla nettopäästöt ovat negatiiviset, kun otetaan huomioon myös hiilinieluvaikutus. Ilman hiilivaikutusta se on silti selvästi päästöiltään alhaisin.

Taulukko 6. Eri materiaalien valmistuksen nettohiilipäästöt kg C/t (Edmonds ja Lippke 2004)

Materiaali	Nettohiilipäästö	Nettohiilipäästö materiaalin hiilinieluvaikutuksella
Rakennuspuu	33	-457
MDF puukuitulevy	60	-382
Tiili	88	88
Lasi	154	154
Kierrätetty teräs	220	220
Betoni	265	265
Betonitiili	291	291
Kierrätetty alumiini	309	309
Teräs	694	694
Muovi	2502	2502
Alumiini	4532	4532

Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen ero lämpimän ilmaston kodin puurakenteisen

ulkoseinän ja betonista valmistetun ulkoseinän välillä esitetään taulukossa 7. Taulukosta selviää, että betonirakenteen rakentaminen tarvitsee noin kaksi ja puolikertaa enemmän fossiilista polttoainetta, kuin jos se rakennettaisiin puusta. (Edmonds ja Lippke 2004)

Taulukko 7. Fossiilisten polttoaineiden kulutus (MJ/ft<sup>2</sup>) eri ulkoseinärakenteissa (Edmonds ja Lippke 2004)

	Puurakenteinen seinä	Betonista rakennettu seinä
Rakenteelliset osat <sup>(1)</sup>	6,27	75,89
Eristys <sup>(2)</sup>	8,51	8,51
Sisä- ja ulkoverhous <sup>(3)</sup>	22,31	8,09
Yhteensä	37,09	92,49

<sup>1)</sup> Puu sisältää tolpat ja vanerit, betoni betonitiilet ja tolpat

<sup>2)</sup> Sisältää lasivillan ja polyeteenihöyrystulun

<sup>3)</sup> Betonin ulkoverhous on rapattu, sisäseinät molemmissa kipsiä

### 4.3 Kotimainen metsien hiilinielupotentiaali

Suomen kokonaispäästöjen ja metsien hakkuumäärien suuruus vaihtelevat vuosittain. Vuosien 2000-2011 aikana Suomen kokonaishiilidioksidipäästöjen arvioidaan olleen keskimäärin noin 74,6 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>e vuodessa ja LULUCF-sektorin hiilinielu noin 27,7 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>e vuodessa (Tilastokeskus 2012, s. 11). Siten metsien hiilinielujen osuus on ollut noin 40 % Suomen kokonaispäästöistä. LULUCF-sektorin hiilinielun suuruuteen vaikuttavat vuosittain metsien kasvu, metsäalueiden lisääminen, hakkuut, maankäytön muutokset ja metsien biomassan käyttö energiana fossiilisten polttoaineiden sijaan. Maaperä aiheuttaa jonkin verran päästöjä erityisesti viljely- ja ruohikkoalueilla.

Suomessa metsien hakkuut ovat kestäväällä pohjalla. Puuston kokonaistilavuus Suomessa on noin 2.200 miljoonaa kuutiota ja vuosittainen kasvu noin 100 miljoonaa kuutiota. Metsien kasvihuonekaasupäästöjä kompensoivaan

hiilinieluvaikutukseen on voitu laskea hyväksi vuosittain kiinteä määrä 0,6 miljoonaa CO<sub>2</sub> tonnia (Räty 2009, s. 53). Ainespuuta hakataan vuosittain noin 55 miljoonaa kuutiota. Osana kansallista ilmastopolitiikkaa energiankäyttöä yritetään ohjata uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön. Energiapuuta on hakattavissa 13 miljoonaa kuutiota vuodessa ainespuun hakkuumahdollisuuksia vaarantamatta (Metsäntutkimuslaitos 2010). Energiapuu saadaan pääosin ainespuun hakkuiden sivutuotteena ja harvennushakkuista.

Puunkäytön lisääntyminen rakentamisessa vähentää osaltaan Suomen kasvihuonekaasupäästöjä. VTT on selvittänyt rakentamisen päästövaikutuksia vuoteen 2030 saakka kolmen eri puunkäytön kehitysskenaarion pohjalta. Ruuskan ja Häkkisen (2012) raportin mukaan enimmillään rakentamisen päästövähennys voisi olla 52 % kokonaispäästöistä. VTT:n selvityksen tavoitteena oli arvioida puutalorakentamisen vaikutusta kasvihuonekaasujen päästöihin Suomessa vuoteen 2030 mennessä.

Ruuskan ja Häkkisen (2012) raportissa esitetään kolme kehitysskenaariota, joissa puurakenteisten kerrostalojen osuus uudisrakentamisessa olisi 22, 52 tai 82 prosenttia. Osuuden ollessa 22 %, vuotuinen päästövähennys olisi 13 % eli 26.000 tonnia. Puurakentamisen osuuden ollessa 52 % vähennys olisi 32 % eli päästöinä 64.000 tonnia. Skenaariossa, jossa puurakentamisen osuus olisi jo 82 %, päästövähennys olisi 52 % eli 102.000 tonnia. Jos hiilen sitoutuminen puun kasvussa otetaan huomioon ja käsitellään negatiivisena päästönä, laskennallinen vähennys olisi tässä tapauksessa 249.000 tonnia vuodessa.

Tutkimuksessa arvioitiin myös ulkoseinien korjausrakentamisen materiaalienkäytön vaikutusta. Vaihtoehtoina tarkasteltiin lisälämmöneristystä yhdessä rappauksen tai puisen julkisivun kanssa. Puujulkisivujen käytön päästösäästöpotentiali eri skenaarioissa on 2.000–9.000 tonnia ja 11.000–44.000 tonnia, jos myös puun kasvaessa sitoutunut hiili otetaan huomioon.

Myös Laturi ym. (2008) ovat tutkineet Suomessa valmistettujen puutuotteiden

hiilivarastoja ja luoneet ennusteita varastojen kehittymisestä vuoteen 2050. Tutkimuksessa otettiin huomioon puutuotteiden hiilivarannot myös rakennusteollisuuden ja maanrakennuksen ulkopuolelta eli esimerkiksi huonekalu- ja pakkausteollisuuden käyttämät puutuotteet. Nämä muut muodostivat noin 25 % koko puutuotteiden käyttömäärästä.

Vuonna 2004 puutuotteiden hiilivaranto Suomessa oli tutkimuksen mukaan 26,6 Mt hiiltä, josta sahatavaraan oli sitoutunut 23,51 Mt ja puupaneeleihin 3,05 Mt. Vuodesta 2000 vuoteen 2004 nousua sitoutuneessa hiilen määrässä oli ollut 12 %. Vuosittain hiiltä sitoutui puutuotteisiin noin 0,7 Mt, joka vastasi tutkimusajankohdalla noin 3 % Suomen vuotuisista kasvihuonekaasupäästöistä.

Tutkimuksen johtopäätöksissä ennustettiin puutuotteisiin sitoutuvan eri ennustemallista riippuen noin 39,6-64,2 Mt hiiltä vuoteen 2050 mennessä, joka on vähintään 49 % yli vuoden 2004 tason. Lisäksi tutkijat laskivat mikä voisi olla Suomen puutuotteiden hiilinieluvaikutuksen taloudellinen arvo jos hiilidioksiditonnin hinta päästömarkkinoilla olisi 15 eur/t, vuosikorko 4 % ja vuosittainen nieluvaikutus eri ennusteiden mukaan 0,28 Mt, 0,50 Mt tai 0,82 Mt. Vuoden 2005 nettonykyarvoksi saatiin 440-1.380 miljoonaa euroa. Tämä oli osoituksena sille, että tutkijoiden mukaan, Suomi voisi hyötyä kansainvälisestä ilmastopolitiikasta, jos maita kompensoitaisiin niitten hiilinieluista puutuotteiden osalta.

## 5 PÄÄSTÖVÄHENNYSHANKKEIDEN PROSESSIT JA KEHITTÄJÄT

### 5.1 Päästövähennyshankkeen prosessi

Päästövähennyshanke luodaan periaatteessa samanlaisella prosessilla niin säännellyillä kuin vapaaehtoismarkkinoillakin. Prosessi etenee hankeideasta päästöyksikön liikkeeseenlaskuun. Prosessia kannattaa vertailla tiukasti säädellyn CDM-hankkeen ja vapaaehtoisuuteen perustuvan VCS-hankkeen välillä, sillä ne edustavat parhaiten omaa järjestelmäänsä ja suurinta osaa kaupankäynnin vaihdosta.

Metsähiileen perustuva prosessihanke sisältää Olander ja Ebeling (2011, s. 4) mukaan markkinoista riippumatta yleensä seuraavat vaiheet:

- Hankeidea ja alustava arviointi
- Hankemalli ja suunnittelu
- Hankesuunnittelu dokumentaatiomallin luominen *Project Design Document* (PDD)
- Hankkeen toimintojen tarkastelu ja hankkeen toteuttamisstrategian luominen
- Rahoitus- ja sijoitussopimusten viimeistely
- Hyväksynät, todentaminen ja rekisteröinti
- Täytäntöönpano ja valvonta
- Vahvistaminen ja liikkeeseenlaskeminen

Vapaaehtoismarkkinoille tarkoitettua metsähiileen perustuvaa hankeideaa alustavasti määriteltessä on syytä miettiä, mikä laskentastandardi ylittääkään kelpuuttaa hankkeen päästövähennystoimeksi. AR-hankkeet ovat yleisemmin hyväksytyjä eri standardeissa, mutta IFM-hankkeita hyväksytään erittäin rajoitetusti. Koska VCS on ylivoimaisesti suosituin kansainvälinen hiilivähennys -laskentastandardi ostajien keskuudessa vapaaehtoisilla markkinoilla ja jonka piirissä valtaosa metsähiilitransaktioista tapahtuu, on se usein ainoa varteenotettava vaihtoehto Olander ja Ebeling (2011, s. 15).

## 5.2 CDM-hanke

Bumbusin ja Livermanin (2008, s. 139) mukaan maan, joka haluaa käyttää CDM-mekanismia (tai JI-mekanismia) eli Kioton pöytäkirjassa määriteltyä säänneltyä hankemekanismia, tulee olla Kioton pöytäkirjan allekirjoittanut maa. CDM-hankkeiden päästöyksikön hallinnossa välittäjänä toimii kansallinen tai ylikansallinen instituutio ja sen hallinto on hierarkkinen. CDM-projektit on rekisteröitävä ylikansallisella tasolla *The United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) elimessä. Hiilen rahoitus voidaan kanavoida yksityisen sektorin tai Maailmanpankin hiilirahaston kautta, joka sitten rahoittaa päästöprojekteja kehittyvissä maissa. Päästöprojektin perustajana voi olla kansainvälinen yhtiö, joka erikoistuu kehitysprojekteihin, paikallinen yritys, joka käyttää hyväkseen uutta hiilirahoituksen lähdettä tai yhdistelmä näitä kahta. Kehittyvän maan on myös perustettava hallituksen alainen instituutio *a Designated National Authority* (DNA) joka kirjallisesti vahvistaa, että CDM-projekti auttaa saavuttamaan kestävästä kehitystä UNFCCC sopimuksen mukaisesti.

Edelleen Bumbusin ja Livermanin (2008, s. 140) mukaan, kun päästöhanke on käynnistynyt, niistä saatavat päästövähennykset (CER) listataan kansainväliseen tapahtumalokiin *International Transaction Log* (ITL), jota ylläpitää UNFCCC ja kirjataan varoiksi esimerkiksi Maailmapankkiin. Sieltä ne siirtyvät eri hallinnointirekistereihin. Näitä hallinnointirekistereitä voi olla pohjoisilla valtioilla, jotka käyttävät saatuja päästövähennyksiä omien päästöjensä kompensointiin. (Bumbus ja Liverman 2008, s. 140)

Vapaaehtoisuuteen perustuvat markkinat eroavat CDM-markkinoista siten, että niiden hallinto on toteutukseltaan enemmän horisontaalinen ja perustuu verkoistoihin. Yritykset tai yksityiset instituutiot myyvät hiipäästöyksiköitä VER-yksikköinä kuluttajille ja yrityksille, jotka ovat virallisen päästövähennyssääntelyn ulkopuolella. Hankkiakseen yksikköjä kauppiat muodostavat verkostoja sellaisten yksityisten ympäristö- ja kehitysinstituutioiden tai yritysten kanssa, jotka pystyvät



tuottamaan paikallisia päästövähennyshankkeita. Kun tietoisuus mahdollisuudesta hiilirahoitukseen lisääntyy, paikalliset yhteisöt ja yksityiset instituutiot voivat etsiä VER-yksiköiden kauppiaita tarjotakseen heille hankkeita. VER-hankkeet muuntavat hiilen vähenemän hyödykkeeksi ja lähettävät tiedon hiilidioksidivähennyksestä verkoston kautta niille kauppiaille, jotka tarjosivat projektin hiilirahoituksen. (Bumbus ja Liverman 2008, s. 140-141)

### 5.3 VCS-hanke

VCS metodologian mukaan *Agriculture, Forestry and Other Land Use* (AFOLU) maatalous-, metsätalous- ja muu maan käyttö ohjelmaan hyväksytään metsäsektorilla AR, REDD ja IFM -hanke. AFOLU-ohjelmassa on huomioitu erityisesti riski päästövähennyksen pysyvyydestä. Ohjelmaan on luotu työkalu, joka määrittää, kuinka monta päästöyksikköä tulee tallettaa erityiselle puskuritulille, joka turvaa vähennyksen pysyvyyttä. Näitä puskuriyksiköitä ei voida käyttää kaupankäynnin kohteena vaan niitä mitätöidään sitä mukaa kun hiilivuotoa esiintyy. Näitä puskuritulilla olevia yksiköitä ei makseta takaisin. AFOLU-hankkeista liikkeeseenlasketut yksiköt ovat aina pysyviä siten, että niitä ei jaeta lyhyt ja pitkäkestoisiin yksiköihin toisin kuin AFOLU-hankkeista luodut CER-yksiköt.

Toinen erityispiirre AFOLU-hankkeissa on se, että puskuritili täsmäytetään ajoittain hankkeesta tehtyihin todentamisraportteihin ja hankkeen tuloksen arvioihin. Tällä pyritään todentamaan epäonnistuneet tai alisuoriutuneet hankkeet. Hankkeen riskianalyysiä ja operatiivisia näytteenottomenetelmiä tarkistetaan ajoittain, tällä puolestaan pyritään löytämään prosessin ristiriitaisuuksia. Myös hiilivuotoa tarkastellaan. Nämä tarkastelut tehdään kahden vuoden sisällä yksikön liikkeeseenlaskusta.

VCS hanke jakaantuu neljään eri vaiheeseen:

- Metodologian valinta
- Hankekuvauksen vahvistaminen
- Päästövähennyksen todentaminen

- Hankkeen rekisteröinti ja VCU-yksiköiden liikkeeseenlasku

Metodologian valinnassa valitaan VCS tai joku muu hyväksytty kasvihuonekaasuohjelma, esimerkiksi CDM metodologia, jolla määritellään onko hanke kelvollinen ohjelman puitteissa ja mitataan kasvihuonekaasupäästöjen tai -poistojen määrä. Valittua metodologiaa on kaikilta osin noudatettava.

Hankkeesta on tehtävä täydellinen hankekuvaus ja se on vahvistettava hyväksytyllä hyväksyjä- tai todentajaelimellä. Tämä prosessi ratkaisee täyttääkö hanke kaikki VCS säännöt ja edellytykset. VCS hyväksyy todentajaksi organisaation, jolla on hyväksyntä esimerkiksi *Climate Action Reserven* tarkastuselimeltä. Hankekuvaus voidaan tehdä ennen, jälkeen tai hankesuunnittelun ja täytäntöönpanon aikana. Hyväksyjä- tai todentajaelimiä ovat metsähankkeiden osalta muun muassa: *Bureau Veritas Certification Holding SAS* (Bureau Veritas), *Ernst & Young Associés, Det Norske Veritas Climate Change Services AS* (DNV), *SGS United Kingdom Ltd.* (SGS) sekä *Tuev Sued Industrie Service GmbH* (Tuev Sued). Kun hanke alkaa, hankkeen puoltajat tarkkailevat ja mittaavat kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä tai poistoja ja muita tietoja. Kaikki informaatio tallennetaan tarkkailuraporttiin. Tarkkailuraportin todentajan tulee olla esimerkiksi jokin yllämainittu VCD hyväksytty hyväksyjä- tai todentajaelin.

Hankkeiden tulee avata tili ja jättää kaikki vaaditut dokumentit VCS-rekisterin ylläpitäjälle, jotta ne rekisteröidään VCS-hanketietokantaan sekä pyytää VCU:n liikkeeseenlaskua. Hankkeet voivat rekisteröityä vahvistamisen yhteydessä tai odottaa, kunnes ne ovat valmiita liikkeeseenlaskemaan yksiköitä. Kaikkien hankkeiden on esitettävä tietonsa julkisesti, jotta VCU-yksiköt voidaan liikkeeseenlaskea.

#### **5.4 VCS-hankkeen metsää ja metsänhoitoa koskevat toimet**

VCS-hankkeen kelpoisuusedellytysten mukaista toimintaa ovat metsittäminen, metsänuudistaminen ja kasvillisuuden palauttaminen *Afforestation, Reforestation* ja

*Revegetation* (ARR). Näissä hankkeissa toiminnot lisäävät hiilensitomista ja/tai vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä luomalla, lisäämällä tai palauttamalla metsäkasvillisuuden istuttamalla, kylvämällä tai muuten ihmisavusteisesti luontaista uudistamista käyttäen. Kelvolliset ARR-hankkeet voivat sisällyttää metsänhoitosuunnitelmaan puunkorjuuta. Hankealueella on oltava alkuperäinen ekosysteemi 10 vuoden ajan ennen projektin alkamispäivää.

Kelvollisia IFM-toimia ovat ne, jotka lisäävät hiilensitomista ja/tai vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä metsämailla, joita kasvatetaan puutuotteiden kuten sahapuun, kuitupuun ja energiapuun vuoksi, ja biomassaan sitoutunutta hiilivarantoa kasvatetaan parannetuilla metsänhoidollisilla toimilla. Lähtötaso ja hankeskenaario hankealueelle täyttävät vaatimukset, kun metsiä on jäljellä metsinä niin kuin IPCC2006 ohjeissa on määritelty ja hankealue on määritelty, vahvistettu tai hyväksytty puuntuotantoon kansallisen tai paikallisen viranomaisen toimesta.

Erilaisilla metsänhoitotoimilla voidaan säädellä hiilivarantojen kasvattamista tai kasvihuonekaasujen vähentämistä, mutta vain osa näistä toimista vaikuttaa mitattavasti pitkän aikavälin kasvihuonekaasupäästöjen kasvuun verrattuna lähtötasoon. Näistä kelvollisia IFM-toimia VCS-metadologiassa ovat: (Voluntary Carbon Standard 2012, s.15-19)

- Hakkuiden vaikutusten lieventäminen *Reduced Impact Logging* (RIL) muille puille aiheutuvat vauriot, puuvalikoiman laadullinen parantaminen harventamalla, tukkien laskupaikkojen parempi suunnittelu, metsäteiden ja laskupaikkojen koon pienentäminen
- Hakattavista metsistä suojelluiksi metsiksi *Logged to Protected Forest* (LtPF). Hakkuumetsän suojelu uusilta hakkuilta ja hakkuukypsän metsän suojelu hakkuilta
- Pidentetty kiertoaika *Extended Rotation Age / Cutting Cycle* (ERA). Puun ympärysmittan kasvattaminen ja puunkorjuu aikavälin pidentäminen

- Vajaatuottoisista metsistä suuren tuottavuuden metsiin *Low-Productive to High-Productive Forest* (LtHP). Hiilen varastointia voidaan lisätä parantamalla puuston tiheyttä muun muassa täydennysistutuksella, lannoittamisella, uusien nopeampikasvuisten puulajien istuttamisella

## 5.5 Päästöhankkeen hyvityskausi

Päästöhankkeen hyvityskausi on aika jolloin projekti luo hiiliyksiköitä. Hyvityskausi ei voi ylittää hankkeen elinkaarta. CDM-hankkeen hyvityskausi on kymmenen vuotta tai sen sijaan voidaan käyttää seitsemän vuoden jaksoa, jonka voi uusia kaksi kertaa eli yhteensä 21 vuotta. JI-hankkeen hyvityskausi on Kioton pöytäkirjan velvoitekausi.

VCS-hankkeen hyvityskauden kesto on ARR ja IFM kiertoajan pidennys -hankkeissa tai IFM vajaatuottoisista metsistä suuren tuottavuuden metsiin -hankkeissa asetettava sisältämään vähintään yksi kokonainen kiertoaika. IFM-hankkeissa, joihin kuuluu valikoivaa puunhakkuuta, kiertoaika on se sallittu hakkuiden uusiutumisaika, joka on päätetty lainsäädännöllisillä vaatimuksilla tai yleisellä käytännöllä. Kaikilla muilla AFOLU-hankkeilla hankkeen hyvityskausi on vähintään 20 vuotta ja enimmillään 100 vuotta, joka voidaan uusia enintään neljä kertaa, mutta kokonaishankeaika ei saa ylittää 100 vuotta. Jos hankkeita ei uusita hyvityskaudella, hankkeen hyvityskausi loppuu ja hankkeelle ei enää voi saada lisähyvityksiä. (Voluntary Carbon Standard 2012)

## 5.6 Hankkeen taloudellinen toteuttamiskelpoisuus

Olemassa olevat metsähiilihankkeet vaihtelevat pienistä muutaman sadan hehtaarin metsänuudistus hankkeesta satojen tuhansien hehtaarien REDD-hankkeisiin. Olander ja Ebelingin (2011, s.8) mukaan vapaaehtoisilla markkinoilla huolellisesti valitulla kumppanilla voidaan löytää markkinarako jopa pikkuruisille hankkeille. Hankkeissa

on tärkeää ottaa huomioon kaikki hankkeen kulut, mikä todennäköisesti estää aivan pienien hankkeiden kehittämisen. Vaikka alarajaa ei ole määritelty useimmat välittäjät ja sijoittajat etsivät hankkeita, jotka voivat tarjota 10.000-20.000 tonnia CO<sub>2</sub> päästövähennyksiä vuodessa. AR-hankkeessa tämä tarkoittaa noin muutamaa tuhatta hehtaaria, varsinkin, jos käytetään hitaasti kasvavia lajeja. Tällä koolla saavutettaisiin taloudellisesti toteuttamiskelpoinen hanke.

Eräs haaste suomalaisille päästövähennyshankkeille on suomalaisten metsäomistuksen hajaantuminen hyvin pieniin yksiköihin. Suomalaiset metsätilat ovat tyypillisesti pieniä. Metsäntutkimuslaitoksen (Metsäntutkimuslaitos 2011, s. 39-84) mukaan yli kahden hehtaarin metsätiloja on noin 440.000 ja alle 20 hehtaarin tiloja on 266.000. Yksityisen metsätilan pinta-ala on keskimäärin 44 hehtaaria. Yli sadan hehtaarin metsätiloja on noin 9 %. Metsätiloilla voi olla useita omistajia, siksi metsänomistajia on noin kaksinkertainen määrä metsätiloihin verrattuna. Perikunnat omistavat noin 16 % metsätiloista ja pääosin yksityisten kansalaisten muodostamat yhtymät 9 %. Kun kaikki omistajat lasketaan yhteen, metsänomistajia on Suomessa noin 900.000.

Covell ym. (2011, s. 3-5) on esittänyt analyysin REDD-hankkeen toteutettavuudesta, jos kohteena on 100.000 hehtaaria maata ja hiilitonnin hinta on 5 USD. REDD-hanke on kymmenvuotinen ja siinä lasketaan metsäkadon asteeksi 0,2 % ja hiilivarannon vähennykseksi metsäkadon jälkeen 90 %. Metsäkadon välttämisen toimenpiteiden tehokkuus on 70 %. Taulukossa 8 on eritelty tuoton laskennan prosessi.

## Taulukko 8. Hankkeen vuosittaisen tuoton laskenta (Covell ym. 2011 s. 3)

Hiilivarannon laskenta				
500 tCO <sub>2</sub> /ha	*	100 000 ha	=	50.000.000 tCO <sub>2</sub>
Keskimääräinen hiilivaranto		Alue		Hiilivaranto
Päästöjen lähtötaso ilman hanketta				
50.000.000 tCO <sub>2</sub> /vuosi	*	0,20 %	* 90%	= 90.000 tCO <sub>2</sub> /vuosi
Hiilivaranto		Metsäkadon vuotuinen suuruus (200 ha)	Metsäkadon jälkeinen hiilivarannon vähenemä	Vuotuiset päästöt
Päästöjen vähennys hankkeen ansiosta				
90.000 tCO <sub>2</sub> /vuosi	*	70 %	=	63.000 tCO <sub>2</sub> /vuosi
Vuotuiset päästöt		Metsäkadon välttämisen tehokkuusaste		Päästöjen vähennys
Oikaisu myyntikelpoisiksi päästövähennykseksi				
		20 %	puskuri (pysyväisyys riski)	12.600 tCO <sub>2</sub> /vuosi
		20 %	hiilivuoto	12.600 tCO <sub>2</sub> /vuosi
Kaupankäynnin kohteena oleva päästövähennys				37.800 tCO <sub>2</sub> /vuosi
Arvostus				
	Hinta	5,00 USD/tCO <sub>2</sub>		189.000 USD/vuosi
	Vähennettynä	20% kaupankäyntipalkkiolla		15.120 USD
				173.880 USD/vuosi
	Vähennettynä	10 % valtion osuudella		18.900 USD
TOTEUTUVA VUOSITTAINEN NETTOTUOTTO HANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI				154.980 USD/vuosi

Vuosittainen hankkeen nettotulo olisi esimerkissä noin 155.000 US dollaria, jos kaikki hiiliyksiköt saataisiin kaupaksi. Jos 100.000 hehtaarin suojelu olisi tällä summalla mahdollista, olisi hanke taloudellisesti toteuttamiskelpoinen. Jos summa ei riittäisi, olisi lisätuloa hankittava jostain täydentävästä toiminnasta.

Analyysiä voidaan jatkaa ottamalla mukaan kassavirtalaskelma, jossa tutkitaan hankkeesta aiheutuvia tuloja ja menoja. Alla olevassa esimerkissä taulukossa 9 alkupanostus hankkeeseen olisi 200.000 USD ja sen jälkeen vuosittain 130.000 USD.

Taulukko 9. Hankkeen kassavirtalaskelma (Covell ym. 2011 s. 4)

Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tuleva raha											
Hiilituotot	-	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
Lähtevä raha											
Hankkeen kehityskustannukset	-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toteuttamiskulut	-	-	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130
Kassavirta yhteensä		-200	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Kumulatiivinen kassavirta	-200	-175	-150	-125	-100	-75	-50	-25	-	25	50

Kassavirran perusteella hanke muuttuu kannattavaksi kahdeksannen vuoden jälkeen. Pelkkä absoluuttinen kassavirran positiivisuus ei vielä anna oikeata kuvaa hankkeen kannattavuudesta vaan sen laskentaan tulee käyttää nettonykyarvomenetelmää, joka voi ottaa huomioon myös tuotto-olettaman, joka olisi saatavissa muusta vaihtoehtoisesta hankkeesta, sekä inflaation. Taulukkoon 10 on purettu diskontattu kassavirtalaskelma, jossa diskonttoteijänä on 12 %.

Taulukko 10. Hankkeen diskontattu kassavirtalaskelma (Covell ym. 2011 s. 4)

Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kassavirta yhteensä											
	-200	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Diskontattu kassavirta											
12% diskonttoteijä	-200	22,3	19,9	17,8	16,0	14,2	12,6	11,3	10,1	9,0	9,0
Kumulatiivinen diskontattu kassavirta											
	-200	177,7	157,8	-140	124,1	-110	-97,2	-95,9	-75,9	-66,8	-58,7

Kun rahan aika-arvo on otettu laskelman perusteella huomioon, on hankkeen nettotappio 10 vuoden jälkeen nykyrahassa 58.744 USD. Tässä esimerkissä esitelty projekti tulisi voitolliseksi vasta 30 vuoden jälkeen.

## 5.7 Hankkeen rahoitus

Hankkeissa on jo alkuvaiheessa kustannuksia, jotka tulisi kattaa ennen kuin päästöyksiköstä on saatu tuloja. Yksiköitä on mahdollista myydä ennakoon eli ennen liikkeeseenlaskua, mutta tämä vaihtoehto usein laskee niistä saatavaa hintaa. Spot-kauppa, jossa yksiköt toimitetaan maksua vastaan, on ostajan kannalta turvallisempi vaihtoehto, sillä siihen ei liity toimitusriskiä.

Useat ostajat ovat kuitenkin valmiita tarjoamaan rahoitusta väliajaksi. Lähinnä ne ovat sijoittajia, jotka laskevat saavansa rahallista hyötyä ottamastaan riskistä. Covell ym. (2011 s. 22-23) esittelee kuusi erilaista rahoitustapaa, jotka ovat yleisesti käytössä.

- Hankkeen kehittämisen etukäteismaksu on yksinkertainen tapa, jossa etukäteen ostetaan saatavat päästöyksiköt ja maksetaan niistä kehittämiskustannukset ja osa ostohinnasta. Ostohintaa alentaa toimituksen odotusaika ja riski.
- Toinen tapa on osto-option ostaminen etukäteen. Huomattava osa metsähiilipäästöyksikön ostajista on valmis maksamaan pienen etukäteissumman oikeudesta ostaa tulevaisuudessa päästöyksiköitä ennalta päätetyllä hinnalla. Tällä ostaja voi suojautua tulevaisuuden hinnannousua vastaan. Myyjä puolestaan saa käyttää optiosta maksetun premion rahoittamaan kehityshanketta.
- Suora sijoitus, jossa sijoitus maksetaan takaisin päästöyksiköillä, on melko yleinen hiilirahoituksen toimintatapa.

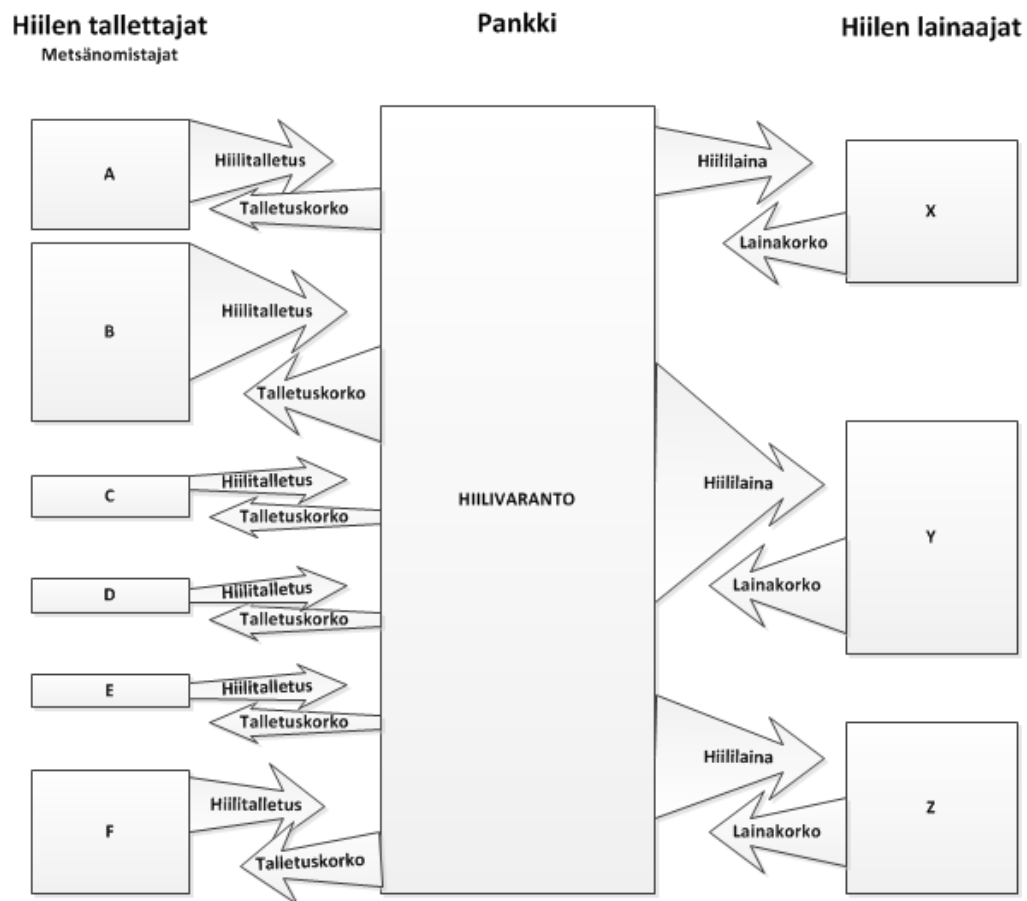


- Suora sijoitus, jossa on mahdollisuus päästöyksikön myyntituottoihin, on käytössä rahoituksessa, jossa hanke myy päästöyksiköt ja sijoittaja saa myynnistä tulevat rahat. Hankkeen tulee olla oikeustoimikelpoinen ja sijoittaja tulee sen osakkaaksi. Tätä kautta sijoittaja voi hyötyä myös muista projektituotoista, kuten esimerkiksi puun myyntitulosta.
- Sijoittaminen rahaston kautta on eräs tapa, jossa monen erityyppiset sijoittajat sijoittavat ammattimaisesti hallinnoituun rahastoon, joka voi käyttää kaikkia yllä mainittuja rahoitusvälineitä.
- Pankkilainaaminen on näistä esimerkeistä viimeinen ja samalla kaikista vähäisimmin käytetty rahoitustapa metsähiilihankkeissa.

Bigsby (2009) on tutkinut hiilipankki eli *Carbon Banking* -mallia, jossa myös pienmetsänomistajille voidaan tarjota mahdollisuutta ottaa osaa hankkeisiin. Bigsbyn tutkimuksessa ilmeni, että ilman hiilipankkimallia vain suurilla metsänomistajilla tai metsänomistajilla, jotka eivät aio hakata metsiään on mahdollisuus osallistua markkinoille.

Päästövähennyshankkeisiin osallistuminen edellyttää, että hoidettavan metsäpinta-alan on oltava riittävän suuri, jotta metsään saadaan aikaan tarpeeksi vakaa hiilivaranto läpi koko metsän kiertoajan kasvatuksesta hakkuuseen. Metsänomistajan eli hiiliyksikön myyjän on sitouduttava huomattavan pitkäksi aikaa ylläpitämään metsää esimerkiksi 50-100 vuodeksi. Hankkeeseen osallistuminen voi rajoittaa käytettävissä olevia metsänhoitotoimia ja puulajien valintaa. Metsänomistajalla on myös taloudellinen riski hiilivuodosta, varsinkin, jos puskuriyksikköjä ei käytetä. Hiilestä maksettu korvaus maksetaan metsänomistajalle kokonaisuudessaan yksiköitten liikkeeseenlaskun yhteydessä, mutta sen jälkeen metsän hiilivuoto, kuten esimerkiksi myrskyn tai tuholaisautien johdosta menetetty puusto, on kompensoitava, esimerkiksi ostamalla hiilen menetystä vastaava määrä yksiköitä markkinoilta. Hinta saattaa ostohetkellä olla korkeampi, kuin myyntihinta liikkeeseenlaskun yhteydessä.

Bigsbyn mallissa hiilivaranto luodaan samankaltaiseksi pääomavarannon kanssa ja sen käytössä käytetään samoja toimintoja kuin mitä rahoituslaitokset käyttävät. Kuva 9 kuvaa hiilipankin rakennetta. Mallissa pääoma eli hiilenomistusoikeus säilyy metsänomistajalla samalla tapaa kuin raha on tallettajan omaisuutta pankkitalletuksissa. Varantoa käytetään maksamalla korkoa korvauksena hiilivarannon lainasta samoin kuin pankille maksetaan rahalainasta. Pankkiin voi tallettaa erilaisia määriä hiilivarantoja erilaisilla ehdoilla, millä luodaan se pääomavaranto, josta lainaajat voivat lainata erilaisia määriä erilaisilla ehdoilla.



Kuva 9. Hiilipankin rakenne (Bigsby 2009, s. 381)

Hiilen tallettaminen tapahtuu metsänomistajan rekisteröidessä metsänsä sitoman hiilen pankkiin tietyksi ajaksi. Metsään sitoutunut hiili määritellään ja mitataan

erilaisilla laskentatavoilla, joista määritellään lähtötaso ja vuosittainen hiilen sitoutumisen potentiaali. Metsänomistajien hiilitalletukset eli metsän hiilivaranto mitataan vuosittain Metsänomistaja saa vuosittaisen korvauksen eli hiilen talletuskoron, joka lasketaan metsän sitomasta hiilen minimimäärästä.

Hiilen määrä pankin varannossa voi laskea hakkuista, metsän uudistamisesta, maankäytön muutoksista tai luonnontuhoista johtuen. Varanto voi myös kasvaa uusien tallettajien myötä. Varannosta voidaan lainata vain niin paljon, kuin sinne on talletettu ja pankille voidaan asettaa myös varantovaatimus, jolla turvataan varannon yllättäviä vähennyksiä. Bigsbyn mukaan Yhdysvaltalainen Oregonissa toimiva *the Forest Resource Trust* käyttää varannon puskurimääränä 20 % sinne talletetuista varoista.

Hiilipankin käyttö lisää metsänomistajien mahdollisuutta osallistua hiilimarkkinoille. Taloudellinen riski pienenee, sillä metsänomistaja voi menettää vain talletuksestaan saamansa koron, jos hän ei kykene tuottamaan vuotuista hiilensidonnan lisäystä. Metsänomistaja sitoutuu talletukseensa vain määräajaksi, mikä mahdollistaa esimerkiksi sukupolven vaihdoksessa uuden metsänomistajan irtaantumisen pankista. Etuna metsänomistajalle on myös jatkuva tulovirta yhden alussa tapahtuvan maksusuorituksen sijaan. Tulovirran ansiosta metsänomistaja saa hiilestä käyvän markkinahinnan, joka vaihtelee markkinakysynnän mukaan. Hiilestä maksettavan korvauksen tasoon voi positiivisesti vaikuttaa se, että markkinoilla yleisesti käytettäviä transaktiokuluja voidaan alentaa, kun tarjontaketjusta jää pois välikäsiä myyjän ja ostajan väliltä.

Hiilipankkimallin kriittisiä kohtia ovat hiilensidonnan omistusoikeuden määrittely, todentaminen ja todentamisen kustannukset. Todentamiseen liittyvät kustannukset voivat nousta hyvin korkeaksi, jos todennus toteutetaan joka vuosi. Kustannuksista voidaan tinkiä todentamisen laadullista tasoa laskemalla, jolloin mittauksen tarkkuus kompensoidaan vähentämällä maksimihiilensidonnan määrää.

Hiilen omistusoikeuden määrittely ei koske pelkästään hiilipankkia, vaan myös päästöyksikköjä. Omistusoikeuden määrittely nousee keskeiseen osaan siinä

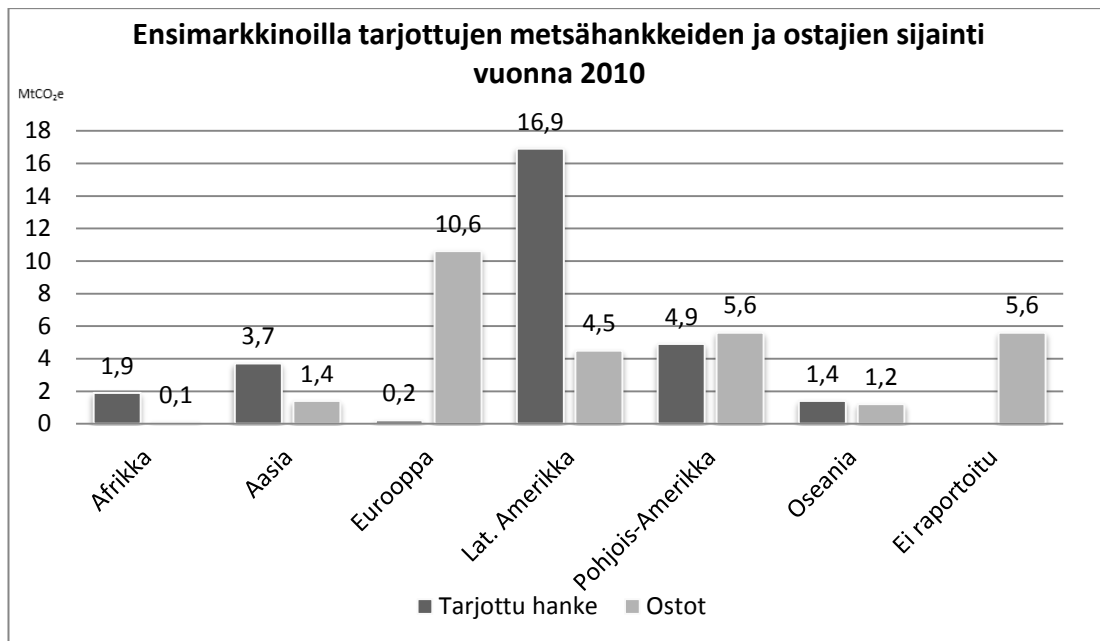
vaiheessa, kun metsänhiilivähennyksestä saatava yksikkö erotetaan muusta metsäpääomasta, esimerkiksi maaperästä tai puustosta. Kysymyksiä voivat olla muun muassa: onko vain valtiolla oikeus muodostaa hiilensidonnain hankkeita ja myydä niistä päästöyksiköitä, vai voidaanko tämä oikeus ulottaa koskemaan myös yksityisiä henkilöitä.

Eckert ja McKellar (2008, s. 30-33) ovat tutkineet Länsi-Australian mallia, jossa oikeuksia hiiliyksiköihin ei ole rajoitettu millään tavalla. Oikeus hiileen syntyy kun se on rekisteröity. Länsi-Australian *Carbon Rights Actin* (CRA) vuodelta 2003 tarkoituksena oli luoda päästöyksiköille lainsäädännöllisesti suoja ja varmuus siitä, että se on tiettyyn yksilöityyn maa-alaan liittyvä etu. Lakiin on määritetty, että hiilioikeuden omistaja kantaa lailliset ja kaupalliset hyödyt ja riskit, jotka aiheutuvat muutoksista ilmakehässä. Riskit voivat olla seurausta hiilen sidonnasta ja hiilipäästöistä, joka tapahtuu siinä maaperässä, johon hiilioikeus on rekisteröity.

Rekisteröinnin tarkoituksena on selventää oikeuden omistusta, mutta se ei takaa kuinka paljon hiiltä on, kuinka kauan se pysyy sidottuna tai mikä arvo sillä voi olla. Edelleen Eckert ja McKellarin mukaan hiilioikeuden omistajan ei tarvitse olla sama henkilö kuin maanomistaja, mutta siinä tapauksessa hiilioikeuden voi perustaa vain maanomistajan luvalla. Itse asiassa hiilioikeuden haltija ei omista itse hiiltä, joka on varastoituneena esimerkiksi puustoon tai maaperään.

## **5.8 Hankkeiden kehittäjät**

Metsähankkeita tarjottiin vuonna 2010 eniten Latinalaisesta Amerikasta ja eniten niitä ostettiin Euroopassa. Kuvassa 10 on esitetty ensimarkkinoille tulevien metsähankkeiden sijainti alueittain ja niiden avulla luotujen yksiköiden ostajien sijainti. Latinalaisen Amerikan, Afrikan ja Aasian runsaaseen tarjontaan vaikuttavat niissä sijaitsevat sademetsät: Amazonin alueella, Kongon alueella ja Mekongin alueella, sekä hankkeiden sopivuus REDD-hankkeiksi (Diaz ym. 2011, s. 39).



Kuva 10. Ensimarkkinoilla tarjottujen metsähankkeiden ja ostajien sijainti vuonna 2010 (Diaz ym. 2011, s. 39 ja 56).

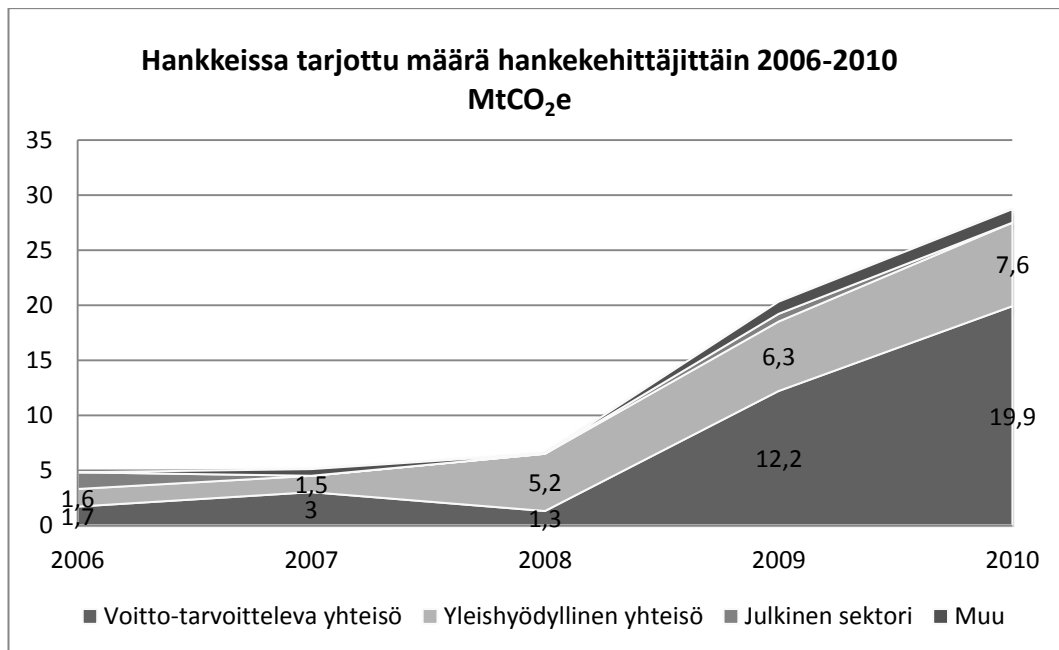
Mergerin (2010) tutkimuksessa tukittiin 118 eri metsähanketta joitten perusteella pyrittiin ennustamaan niistä saatavaa hiiliyksiköiden tarjontaa. Hankkeista 41 oli Etelä-Amerikasta, 34 Afrikasta, 25 Aasiasta, 14 Pohjois-Amerikassa, 2 Euroopassa ja 1 Oseaniassa. Hankkeita johti 70 erilaista hankkeenkehittämiseen erikoistunutta organisaatiota, jotka edustivat suurinta osaa AR-hiilimarkkinoista.

Tutkimuksessa selvisi, että vuodesta 2005, jonka jälkeen kolmansien osapuolten standardit ja rekisterit ovat kehittyneet, myös AR-hankkeita on aloitettu enenevässä määrin. Tutkimuksen hankkeista 83% aiottiin toteuttaa istutettuina sekametsinä tai luonnonmetsinä. Puulajien valinta on tärkeää, sillä hankkeita on arvosteltu siitä, että hiilirahoitus saattaa kannustaa kasvattamaan yksipuolisesti vain nopeakasvuisia eksoottisia lajikkeita, mikä voi vahingoittaa ekosysteemiä, häiritä veden virtausta, vähentää luonnon monimuotoisuutta tai vaikuttaa negatiivisesti maaseudun yhteisöihin. Hankkeiden toimenpiteinä aiottiin luonnonmetsissä ja sekametsissä käyttää kiertoajan muutosta, valikoivia hakkuita ja metsänsuojelua. Yksipuolisesti eksoottisilla lajeilla kasvatetuissa metsissä toimenpiteinä olivat vain kiertoajan muutos ja valikoivat hakkuut.

Diazin ym. (2011, s.53-54) tutkimuksessa vapaille markkinoilla tarkoitettujen hankkeiden erilaisten metsänhoitotoimenpiteiden jakautuminen eri metsien kesken jakaantui siten, että AR-hankkeissa käytettiin eniten tasaikäistä sekametsää 30%, eri-ikäistä sekametsää 15% ja tasaikäistä yhden puulajin metsää 11 %. IFM-hankkeissa eri-ikäistä sekametsää käytettiin puolessa hankkeista (50 %), ja ilman aktiivista metsänhoitoa jätettiin noin 21 % hankkeista.

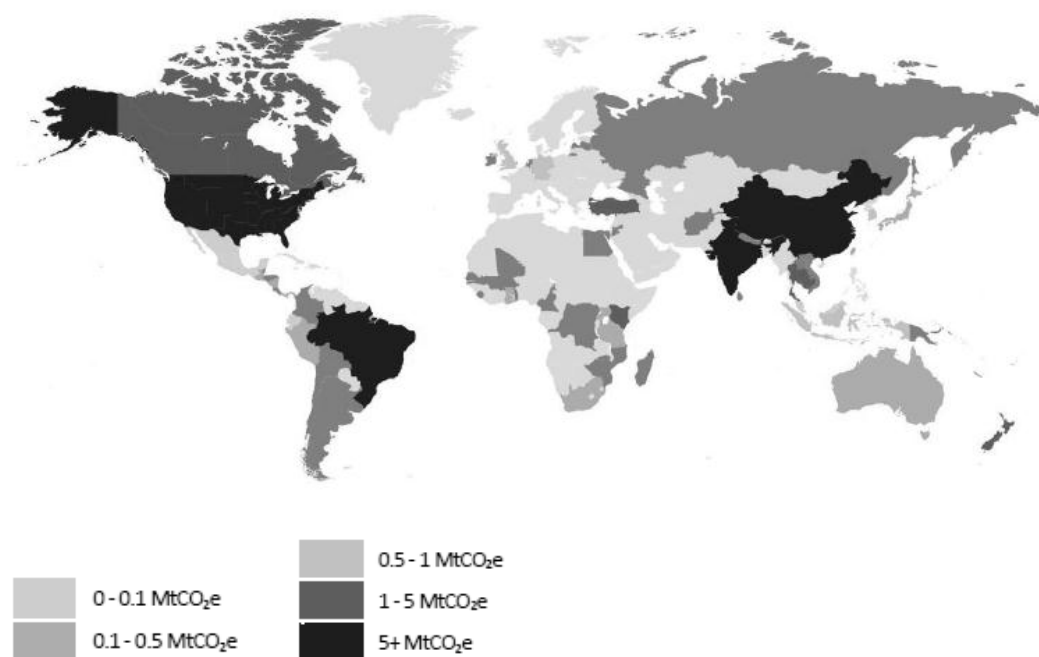
Mergerin (2010) mukaan hankkeista saatavien yksiköiden määrään vaikutti standardi tai standardit, joitten puitteissa yksiköitä luodaan. Yksiköitä pidätetään puskureihin eri hankkeissa erilaisia määriä. Tutkimuksessa puskuriyksikköjen määräksi arvioitiin noin 30 % liikkeeseenlasketusta määrästä. Laskelman perusteella hankkeessa luotujen yksiköiden yhteismäärä on noin 168 miljoonaa yksikköä 60 vuoden periodin aikana. Näistä yksiköistä voidaan konvertoida noin 140 yksikköä 50 vuoden aikana, sillä AR-projekti ei tuota yksiköitä ensimmäisen 3-10 vuoden aikana, johtuen lähtötasosta ja hiilivuodosta.

Diaz (2011, s.49) mukaan vapaaehtoisilla markkinoilla on hankkeiden kehittäjien keskuudessa tapahtunut muutos yleishyödyllisistä lähinnä luonnossuojelu-organisaatioista kohti voittoa tavoittelevia uusia ja suurempia investoijia. Myös yksityinen sektori on selvästi tulossa mukaan projektien kehittämiseen ja rahoitukseen. Kuvassa 11 on jaoteltu hankkeissa tarjottu hiilidioksidiekvivalenttitoninimäärä hankekehittäjittäin vuosina 2006-2010. Hankkeissa tarjottu kokonaismäärä vuonna 2010 oli 28,9 MtCO<sub>2</sub>e. Kuvasta selviää, että hankkeissa tarjottu määrä on nelinkertaistunut vuodesta 2008. Hankekehittäjistä noin 70 % on voittoa tavoittelevia yhteisöjä, joiden tarjoama määrä oli noussut likimain 63 % vuodesta 2009. Myös osuus kokonaistarjonnasta oli noussut vuodessa noin 10 prosenttiyksikköä. Yleishyödyllisten yhteisöjen tarjoama määrä oli nousut vain lievästi ja se oli vuonna 2010 noin 7,6 MtCO<sub>2</sub>e, kun se vuonna 2009 oli 6,3 MtCO<sub>2</sub>e. Yleishyödyllisten yhteisöjen osuus suhteessa tarjottuun kokonaismäärään laski vuoden 2009 noin 31,5 %:sta vuoden 2010 noin 26 %:n osuuteen.



Kuva 11. Hankkeissa tarjottu määrä hankekehittäjittäin vuosina 2006-2010 (Diaz 2011, s.49)

Peters-Stanleyn ja Hamiltonin (2012, s. v-vi) mukaan Pohjois-Amerikassa tuotettiin 37 % OTC-markkinoiden päästöyksiköistä vuonna 2011. Hankkeiden määrä ja sitä kautta yksiköiden markkinaosuus on todennäköisesti kasvamassa, sillä melkein puolta (48 %) vuoden 2011 jälkeiselle kaudelle sovittuja yksiköitä ollaan luomassa Pohjois-Amerikassa. Aasian osuus hankkeista ja niistä kaupankäynnin kohteina olevista yksiköistä oli 33 %, mutta ostajat ostivat lähinnä valmiita yksiköitä spottimarkkinoilta. Selvästi vähemmän hankkeita ja yksiköitä tuottivat Afrikka ja Latinalainen Amerikka, alle 10 % kukin. Latinalaisen Amerikan osuus pieneni edellisestä vuodesta 58 %. Kuvasta 12 havainnollistaa kaupankäynnin määrä hankkeitten sijaintipaikoittain vuoden 2011 OTC-markkinoilla. (Peters-Stanleyn ja Hamilton 2012, s. v-vi)



Kuva 12. Kartta kaupankäynnin määrästä hankkeiden sijaintimaittäin 2011 OTC-markkinoilla (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s. vi)

## 5.9. Kotimaiset hankkeet

Suomen valtiolla on kokemusta hankkeiden kehittämisestä. Suomen ulkoasiainministeriön (2012) mukaan vuosina 2000–2006 Suomen valtio toteutti Suomen CDM- ja JI-koeohjelmat, joiden tarkoituksena oli luoda uusia hallinnollisia menettelytapoja, kerätä käytännön kokemuksia hankkeiden toteuttamisesta ja kehittää CDM-toimintavalmiuksia kohdemaassa sekä Suomessa. Suomen ulkoasiainministeriö 2012 mukaan Suomella oli koeohjelman aikana Hondurasissa neljä pienvesivoimahanketta, joista Rio Blancon pienvesivoimahanke oli maailman ensimmäinen CDM-hallintoneuvostossa rekisteröity pienimuotoinen CDM-hanke. JI-mekanismin puitteissa tehtiin sopimus kolmen virolaisen bioenergiahankkeen ja yhden virolaisen tuulivoimahankkeen kanssa. Koeohjelman puitteissa sijoitettiin lisäksi kahteen hiilirahastoon: Maailmanpankin hiilirahastoon *Prototype Carbon Fund* (PCF) sekä Itämeren alueen koealueerahastoon *Testing Ground Facility* (TGF).

Koeohjelman päättymisen jälkeen vuonna 2006 perustettiin valtion päästöyksiköiden



osto-ohjelma, jonka alaisuuteen koeohjelman aikana tehdyt kahdenväliset hankesopimukset ja rahastosijoitukset siirrettiin. Osto-ohjelman tarkoituksena on hankkia Suomelle päästöyksiköitä Kioton joustomekanismien kautta kustannustehokkaasti ja huomioiden samalla potentiaalisten hankkeiden tuottamat kehityspoliittiset ja ilmastopoliittiset oheishyödyt. Kioton mekanismihallinnon yleiskoordinaatiosta vastaa Suomessa työ- ja elinkeinoministeriö. Ympäristöministeriö vastaa yhteistoteutushankkeiden ja kansainvälisen päästökaupan hallinnoinnista. Puhtaan kehityksen mekanismin hallinto kuuluu ulkoasiainministeriölle.

Suomalaisista yrityksistä esimerkiksi Wärtsilä on ollut mukana kehittämässä ekvadorilaista *the Eden Yuturi - Block 15* voimalaitoksen CDM-hanketta (Wärtsilä Oyj 2010). Hankkeessa sähkövoimalan polttoaine muutettiin raakaöljystä kaasuun. Wärtsilän yhteistyökumppanina toimi *Petroamazonas EP*. Hankkeen tarkoituksena oli teknologiamyynnin lisäksi opastaa *Petroamazonasta* CER-yksiköiden kehittämisessä ja myyntiprosessissa. Metsä-Botnia perusti vuosina 2006-2008 CDM-hankkeen Uruguayhin, jossa fossiilista polttoainetta korvataan tuottamalla sellutehtaan mustalipeästä uusiutuvaa sähköä. Hankkeen tuloksena kohde tuottaa 40.000 CER-yksikköä vuosittain (Pöyry Oyj 2012).

Myös Suomessa on mahdollista käyttää säännellyiden markkinoiden ulkopuolisia kansainvälisiä päästökauppajärjestelmiä, jotka mahdollistavat omaehtoisen päästöjen kompensoinnin. Markkinoilta voisi ostaa päästöyksiköitä, mutta myös perustaa eri järjestelmien mukaisia kotimaisia hankkeita ja liikkeeseenlaskea niistä saatuja yksiköitä. Eri järjestelmistä esimerkiksi VCS mahdollistaisi hankkeiden perustamisen myös Suomeen, mutta VCS-rekisterin mukaan yhtään hankkeen sijaintipaikkaa ei ole vielä rekisteröity Suomeen (VCS Project Database 2012).

VCS-rekisterin mukaan 6.10.2012 hankkeita, joissa on eurooppalainen sijaintimaa, löytyy Saksasta 39 kappaletta, joiden yhteenlaskettu vuosittainen VCU-yksikkömäärä on noin 3.905.000 yksikköä, Alankomaista 5 kappaletta määrältään 42.380 VCU per vuosi ja Iso-Britanniasta yksi määrältään 102.491 VCU per vuosi. Hankkeet ovat pääosin kaivostoimintaan ja polttoaineen päästöihin liittyviä ja

hankkeiden kehittäjänä on toiminut hollantilainen *Carbon-TF B.V.* Yritys on erikoistunut hankkeisiin, joissa pyritään estämään lopetettujen hiilikaivoksien metaanin pääsyä ilmakehään. (VCS Project Database 2012)

VCS-rekistereistä suomalaisia tilinomistajia, eli yhteisöjä, joilla on oikeus kaupankäyntiin kyseisessä järjestelmässä, löytyy 6.10.2012 *Markit* rekisteristä yksi, joka on *GreenStream Network Plc.* *NYSE Bluen* VCS-rekisteristä ei löydy yhtään suomalaista tilinomistajaa. *Caisse des Dépôts*, *CDC Climat* -rekisteristä ei ole tietoa sillä rekisteritiedot eivät ole julkisesti saatavilla.

*Markit*-rekisterin mitätöidyt yksiköt tietokannasta löytyy 6.10.2012 yksi suomalainen ostaja, joka on yksityishenkilö ja mitätöinyt Plan Vivo AF/RF -standardoituja yksiköitä. Ruotsalainen *Tetrapak Ab* on ollut aktiivinen PlanVivo-sertifioitujen yksiköiden mitätöijä kuten myös matkailuyritys *TUI Nordic*. Metsähankkeista luotuja ISO 14064-2 standardoituja VER-yksiköitä on mitätöinyt muun muassa kanadalainen paperinvalmistaja *Catalyst Paper Corporation* ja lattiapäällysteitä valmistava yhdysvaltalainen *Mannington Corporation*. (Markit 2012)

## **6 METSÄHIILIHANKKEIDEN OMINAISUUKSIEN TODENTAMINEN JA LÄPINÄKYVYYS**

### **6.1 Sertifiointistandardit**

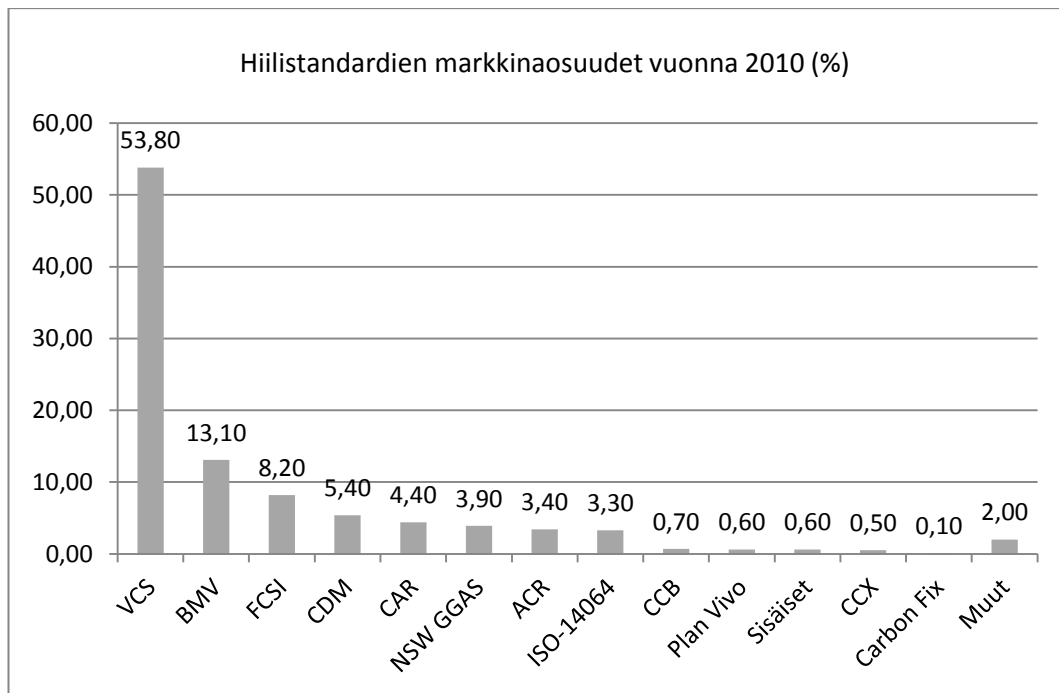
Kasvihuonekaasupäästön vähennyksen mittaaminen ja vahvistaminen vaatii huomattavaa asiantuntemusta ja seurantaa läpi koko hankkeen elinkaaren. Laskennallisia kysymyksiä ovat muun muassa, kuinka kauan hankkeen odotetaan tuottavan päästövähennyksiä tai kuinka kauan menee ennen kuin jokin tekniikka alkaa tuottaa päästövähennystä. Yksikön laatuun vaikuttavia seikkoja ovat muun muassa hankkeen tosiasiallinen vaikutus vähennyksien lisäykseen, hiilensidonnan pysyvyys puissa tai maaperässä sekä kaksoislaskennan välttäminen, mikä tarkoittaa päästöyksikön kuulumista vain yhdelle organisaatiolle (Bayon ym. 2009, s. 25-26). Sertifioiminen voi tapahtua silloin, kun jokin kolmas osapuoli on vahvistanut, että päästövähennys on tapahtunut (Bayon ym. 2009, s. 25-26). Vapaaehtoisilla markkinoilla käytetään erilaisia laskentamalleja, joista jotkut on kehitetty projektin johdon toimesta, kun taas toiset kolmantena osapuolena toimivan vahvistajan toimesta.

OTC-markkinoilla vaihdetut kahdenvälisiin sopimuksiin perustuvat hankkeet ovat perinteisesti olleet vapaaehtoismarkkinoilla suosittuja siksi, että ne ovat joustavia maksujärjestelyiden, hinnan ja toimitusajan suhteen. Kysyntä standardisoiduille tuotteille on kuitenkin kasvanut koko ajan ja se on kohdistumassa eri standardeihin ja järjestelmiin.

Hiileen perustuvia sertifikaatteja tarjoavat yritykset ja yleishyödylliset tahot. Erilaisia standardeja on kymmeniä. Vuonna 2008 Kollmus ym. (s. 2) kirjoittivat, ettei mikään standardi ole noussut muita standardeja suositummaksi ja vakiinnuttamassa asemaansa alan määräävänä standardina. Diazin ym. (2011) tutkimuksessa on kuitenkin kiinnitetty huomiota siihen, että keskittymistä on tapahtunut. Vapaaehtoisuuteen perustuvilla järjestelmillä sekä sääntelyyn valmistautuvilla markkinoilla VCS-standardi oli selvästi suosituin standardi ostajien keskuudessa vuonna 2010 ja siihen perustuen tehtiin suurin osa kaikista metsähiililiiketoimista.

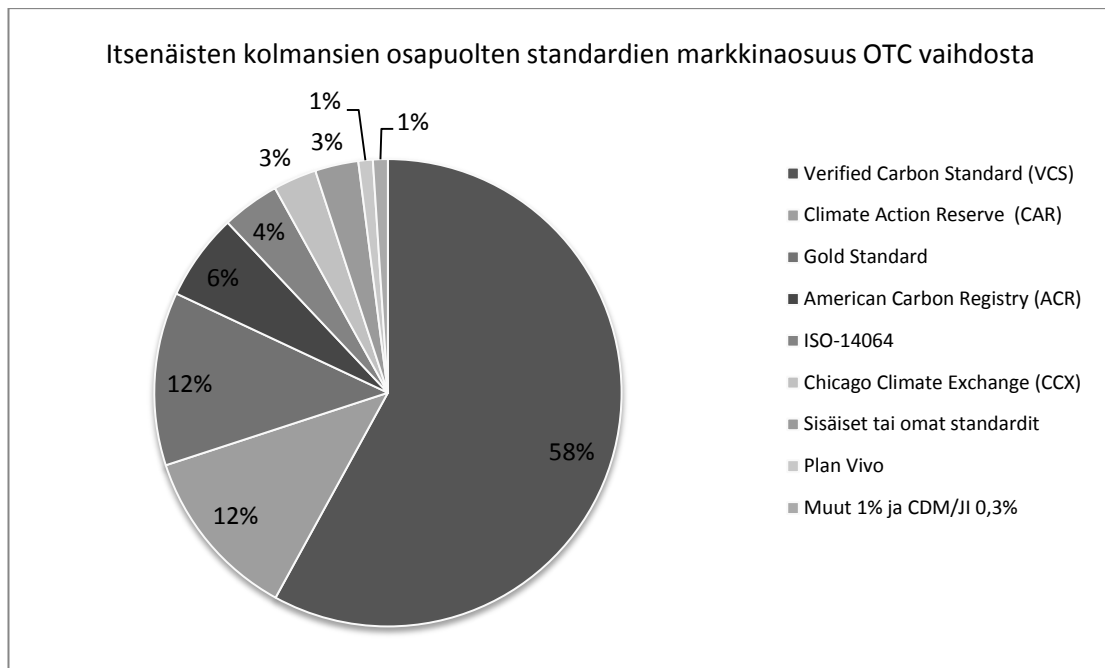
Suosiota selittää se, että VCS tarjoaa metodologian lisäksi myös sertifiointiin vaadittavia arviointi ja todentamispalveluita Yli puolessa primäärihankkeista eli noin 15,6 MtCO<sub>2</sub>e:ssa oli standardiksi valittu VCS (Diaz 2011, s. 42).

Jokainen standardi keskittyy hieman eri osa-alueisiin. Jotkin standardeista perustuvat hyvin pitkälle säänneltyyn järjestelmään kehitettyyn CDM-standardiin, kun taas toiset poikkeavat siitä ja yrittävät toimia omassa prosessissaan kevyemmin kuin CDM-standardin vaatimassa hallinnollisesti raskaassa prosessissa. Joillakin standardeilla voi olla myös tarkoitus oikeuttaa mahdollisimman monen päästöyksikön liikkeeseenlasku. Standardit voivat ovat rajattu vain tiettyihin hankkeisiin esimerkiksi metsähankkeisiin tai jotkin voivat jättää joitakin hankkeita standardoimatta voidakseen keskittyä esimerkiksi hiilihankkeiden sosiaalisiin hyötyihin. Viime vuosikymmenen lopussa suuri osa hiilen päästöyksiköistä ei ollut minkään niin kutsutun kolmannen osapuolen todistama, mutta myös tässä on Peters-Stanley ja Hamilton (2012) mukaan tapahtunut muutos. Todentajan, joka toimii oman organisaation ulkopuolella, käyttö on tullut yhä yleisemmäksi. Kuvassa 13 on kuvattu eri standardien markkinaosuudet hiilen standardoimisessa. Kokoa määriteltäessä on otettu huomioon säännellyt ja vapaaehtoiset järjestelmät. VCS on suosituin standardi yli 50 % markkinaosuudella. Yli kummenen prosentin markkinaosuuteen yltää sen lisäksi vain Brazilian *Mata Vivo* (BMV) standardi. CDM-standardi ja *Forest Carbon Standard International* (FSCI) standardi saavat myös yli 5 % markkinaosuuden. Kaikki muut jäävät alle 5 % rajan.



Kuva 13. Hiilistandardien markkinaosuudet vuonna 2010, %. Diaz (2011, s. 5)

Kuvassa 14 on kuvattu itsenäisten kolmansien osapuolten standardien markkinaosuus OTC-markkinoilla vuonna 2011 (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s. 29). Kuvasta 13 puuttuvat kuvassa 12 esitetyt standardit sillä esimerkiksi *New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme* NSW GGAS, toimii standardina Australian säännellyssä päästöjärjestelmässä. BMV on *Brasil Mata Viva* hankkeeseen liittyvä standardi, *Forest Carbon Standard International* (FCSI) on Yhdysvaltain markkinoille kehitetty standardi. CCB standardit ovat joukko erilaisia kriteereitä, joiden perusteella arvioidaan hankkeiden sosiaalisia ja ympäristönäkökulmia, sekä niiden yhteisöön ja biodiversiteettiin kohdistuvia yhteishyötyjä verrattuna kolmannen osapuolen arvioihin. CCB standardilla ei voi liikkeeseenlaskea päästöyksiköitä, mutta niitä käytetään yhdessä muun muassa CDM- ja VCS-standardien kanssa todentamaan hankkeen laadukasta toteutusta ja monenlaisia hyötyjä (Diaz 2011, s. 68). CCX- standardin käyttö lakkaa sitä mukaa, kun yksiköitä mitätöityy tai niitä siirretään *American Carbon Registry* (ACR) -standardin alle.



Kuva 14. Itsenäisten kolmansien osapuolten standardien markkinaosuus OTC-vaihdosta (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s 29)

Gold Standard (GS) on ollut ainoa itsenäinen standardi, jota on voitu soveltaa energiahankkeisiin, joilla on voitu muodostaa päästöyksiköitä CDM-mekanismin alla. *Forest Carbon Portal* julkaisi 18. syyskuuta 2012 uutisen, jonka mukaan GS on hankkimassa CarbonFix-standardin ja yhdistämässä sen uuteen Gold Standard 3.0 versioon, joka julkaistaisiin puolesta välissä vuotta 2013 (Peters-Stanley 2012b). Aikaisemmin GS on keskittynyt energiatehokkaisiin teknologiahankkeisiin ja Carbonfix lähinnä puiden istuttamishankkeisiin.

Uusi Gold Standard 3.0 tulee olemaan vakava kilpailija olemassa oleville metsästandardeille, niin säännellyillä kuin eritoten vapaaehtoisilla markkinoilla. GS:llä on erittäin hyvä maine vapaaehtoisten markkinoiden ostajien keskuudessa, jotka luovat pääasiallisen LULUCF-hankkeiden kysynnän. Jos GS onnistuu luomaan standardilleen kuluttajien arvostusta, se tulee vaikuttamaan positiivisesti maan käytön hankkeiden kehitykseen.

GS julkaisi 18.9.2012 myös yhteisymmärryspöytäkirjan (aiesopimuksen) WWF:n tukeman *Forest Stewardship Councilin* (FSC) kanssa, joten nämä kaksi

organisaatiota hyödyntävät omilta osiltaan kummankin lähestymistapaa sosiaaliin ja ympäristöllisiin valvontasäännöksiin. Tämä on tärkeää sillä GSn aikomuksena on laajentaa hankekantaa CarbonFixin perinteisistä AR- ja RE-hankkeista myös IFM-hankkeisiin sekä ilmastoälykkäisiin maatalouden hankkeisiin. GS tulee yhdistämään CarbonFixin laskentamallin hiilen laskennassa ja FSCn kokemuksen metsätaloudesta ja metsänomistajista. (Gold Standard 2012a)

## **6.2 Puutuotteita hyväksyvät standardit**

### **6.2.1 Carbomark**

Italiassa käyttöön otetun Carbomark-ohjelman (2011 s. 43-45) standardissa rakennuksiin käytettävät puutuotteet ovat oikeutettuja päästöyksiköihin. Puutuotteiden käyttö on kuitenkin hyvin rajoitettua ja vain puu, jota käytetään rakenteissa esimerkiksi palkkeina, lattia- ja seinämateriaalina tai lamellipuuna, on ohjelman puitteissa hyväksyttävää. Syitä tähän ovat: näiden tuotteiden käyttöikä on pidempi kuin muitten puutuotteiden ja näin ollen niiden pysyvyys on parempi eli yleensä 50-100 vuotta, puutuotteita voidaan käyttää julkisissa hankinnoissa tai yksityisessä rakentamisessa sekä se, että ulkoiset vaikuttavat tekijät vaikuttavat vähemmän näitten tuotteiden valintaan esimerkiksi kuluttajien mieltymykset tai markkinasuuntaukset.

Ohjelmassa päästöyksiköitä voidaan myöntää esimerkiksi julkisyhteisöille, rakennuttajayrityksille tai yksityisille, jotka haluavat luoda infrastruktuuria, jossa puurakenteiden osuus on suurempi kuin normaalissa *Business As Usual* (BAU) -rakentamisessa. Ohjelman piiriin voidaan hyväksyä vain rakennukset, jotka ovat valmistuneet vuoden 2008 jälkeen ja jotka ovat rakennettu Friuli Venezia Giulia ja Veneton alueelle.

Koska ohjelma palkitsee paikallisen tason toimia, on käyttöön otettu myös käsite lyhyestä jakelukanavasta. Lyhyt jakelukanava vähentää energian käyttöä, joka aiheutuu kuljetuksista, sillä siinä suositaan paikallista puunkäyttöä. Lyhyt

jakelukanava ei siis vain vähennä kasvihuonekaasupäästöjä vaan mahdollistaa myös paikallisen puun käytön, jolloin puun alkuperää voidaan seurata metsikkötasolle asti. Päästöyksikön laskennassa käytetään kerrointa 1, jos materiaali tulee 70 km säteellä käyttöpaikasta ja vähennyskerrointa 0,8, jos puu tulee kauempaa. Kerroin perustuu tutkimuksiin, joissa on vertailtu kuljetuspäästöjen energiatasetta.

Puutuotteiden päästöjen lähtökohta lasketaan BAU-tilanteesta, jossa puunkäyttö kuutioina jaetaan rakentamisen kokonaismäärällä ja kerrotaan se päästövähennemän kertoimella. Päästövähennemän kertoimen on määritellyt Italian *Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro* vuonna 2001.

$$BAU = 0,24 \cdot V_l / V_c$$

$V_l$  = puun määrä

$V_c$  = rakentamisen kokonaismäärä

Puutuotteista saatavien yksiköiden pysyvyys on laskettu 30 vuodeksi.

Päästöyksikkö voidaan liikkeeseenlaskea, kun lopullinen rakennus- tai infrastruktuurihanke on hyväksytty ja luotu sekä sertifioitu pätevällä viranomaisella. Päästöyksikkö lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$C_{co2} = (V_{li} / V_{ci}) \cdot (a - BAU) \cdot k \cdot V_c \cdot 0,45 \cdot 0,5 \cdot 44/12$$

jossa:

$C_{co2}$  = Mg CO<sub>2</sub> e

$V_{li}$  = puun määrä rakenteissa rakennuksessa i (m<sup>3</sup> puuta)

$V_{ci}$  = rakentamisen kokonaismäärä rakennuksessa 1 (m<sup>3</sup>)

$a$  = prosenttiosuus sertifioidusta puusta kokonaispuunkäytössä (%)

$k$  = lyhyen jakeluketjun kerroin

Kerrointa  $a$  tarvitaan takaamaan, että puunkäyttö ei aiheuta negatiivista vaikutusta



alkuperäiseen metsään ja päästöihin, varsinkin jos se aiheuttaa metsäkatoa muualla (hiilivuotovaikutus).

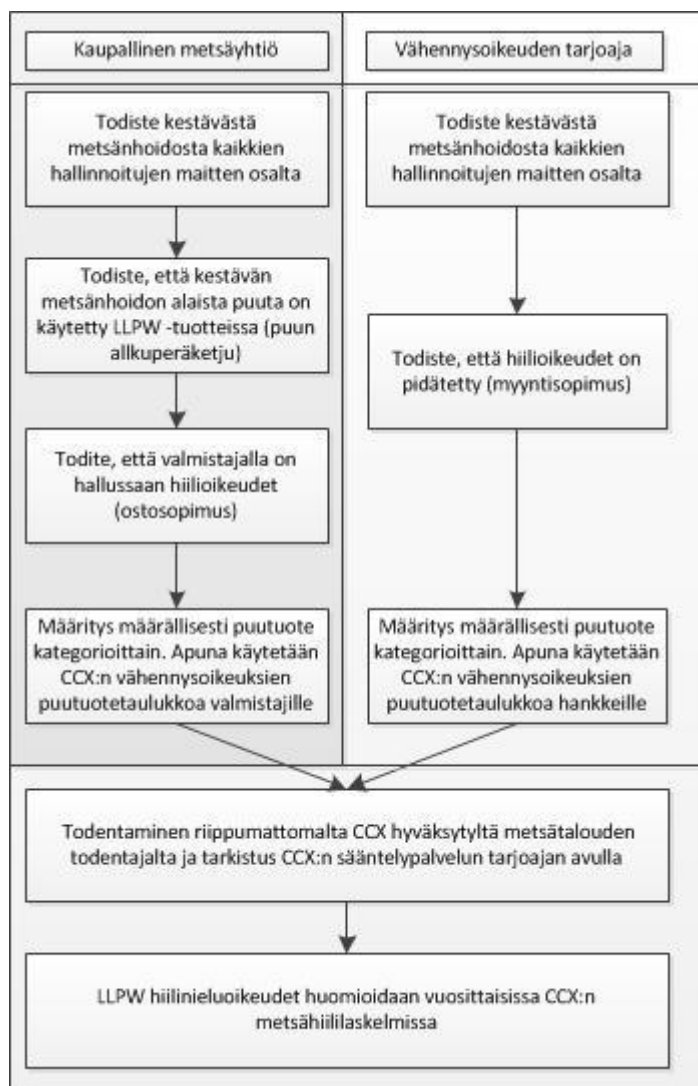
### 6.2.2 Chicago Climate Exchange

Päästökaupankäyntiin liittyy riskejä ja erityisesti niitä kohdistuu metsiin liittyviin hankkeisiin. Myös markkinoiden toimivuutta on kyseenalaistettu. *Chicago Climate Exchange* (CCX) on esimerkkitapaus siitä, mitä voi tapahtua, kun markkinat menettävät luottamuksen. CCX-standardoitujen yksiköitten markkina-arvo romahti vuonna 2009 murto-osaan aikaisemmasta, mikä oli seurasta siitä, että CCX standardilla luotuihin CFI-yksiköihin kohdistui epäilyksiä niitten tosiasiallisesta hyödystä hiilensidontaan (Stumhofer 2010). *InterContinentalExchange* (ICE) osti CCX:n toiminnan huhtikuussa vuonna 2010 ja pörssi jouduttiin lopulta sulkemaan vähäisen vaihdon seurauksena vuonna 2010. ICE sulki pörssin, koska helmikuusta 2010 jatkunut pörssin nollavaihto oli kestänyt yli yhdeksän kuukautta, eikä vaihdon elpymistä ollut näköpiirissä. Koska CFI-standardin mukaisia yksiköitä on edelleen markkinoilla, eikä vastaavanlaista metsähankkeisiin perustuvaa kansainvälisesti hyväksyttyä ja laajasti käyttöönotettua standardia ole syntynyt korvaamaan sitä, on tässä tutkimuksessa perusteltua ottaa se yhdeksi esimerkiksi puutuotteita hyväksyvistä standardista.

CCX-metsänieluhankkeiden sääntöjen mukaan (the Chicago Climate Exchange 2009) CCX hyväksytyiksi pörssivaihdettaviksi *Carbon Financial Instrument* (CFI) -yksiköiksi voitiin hyväksyä pitkäikäiset puutuotteet *Long-Lived Wood Products* (LLPW), jotka liikkeeseenlaskettiin kestävä metsänhoidon *Sustainably Managed Forest* (SMF) -protokollan puitteissa. SMF-protokolla edellyttää, että metsää tulee hoitaa kestävä kehityksen mukaisesti ja siitä tulee esittää todiste esimerkiksi PEFC-sertifikaatti. Kaupallisen metsätalouden luokituksessa CCX -jäsen luokitellaan SMF omistajaksi ja heille voidaan myöntää päästöyksiköitä, jotka perustuvat metsähiilivarannon lisääntymiseen.

Kuvasta 15 selviää LLWPn päästöyksikön luontiprosessi, jossa saadakse

vaihtokelpoisia päästöyksiköitä, jotka perustuvat pitkäikäisiin puutuotteisiin, tulee metsähiilivaraston nettomuutos rekisteröidä kestävän metsänhoidon protokollan ehtoilla. CCX-hankkeen kokoajan *Aggregator* tehdä sopimus metsäpooliin osallistujien *Pooled Participants* kanssa, jotka voivat yksinoikeudella tarjota LLWP -hiiliyksiköitä. Metsäpoolin osallistujien on puolestaan tehtävä sopimus metsätuotteen alkutuottajan kanssa yksinoikeudesta pidättää itsellään tuotteista saatavat päästöyksiköt.



Kuva 15. Käsitteellinen kaavio sitoutuneen hiilen hyvittämisestä pitkäikäisissä puutuotteissa (the Chicago Climate Exchange 2009)

Hanketta kannattavan *Project Proponent*, on hankittava vuosittain kolmannen osapuolen todentamat tiedot hakatun puun määrästä; puutuotelajit, joihin hakattu

puutuote kulu; puulajit, joista hakattu määrä koostuu ja alue, missä hakkuu on suoritettu. CCX-hankkeen kannattajan tai kokoajan, joka rekisteröi LLPW-luokkaan kuuluvan hiilioikeuden, on ylläpidettävä tietokantaa ja seurantajärjestelmää, jonka perusteella voidaan seurata vuosittain jokaisen yksittäisen maanomistajan omistusta, hallinnointitoimia tai puun myyntiä. Todentajien, jotka mittaavat ja raportoivat hiilensidonnasta, tulee raportoida hakkuut puutuotekategorioittain. CCXn CFI-oikeudet liikkeeseenlasketaan kalenterivuonna ja niitten määrä perustuu puutuotteeseen sitoutuneeseen hiileen sekä hiilimäärään kaatopaikkajätteessä, joka jää jäljelle, kun aikaa on kulunut 100 vuotta puunkaadosta.

Puun tuottajien tuoteluokkia ovat:

- Havutukki
- Havukuitupuu
- Lehtipuutukki
- Lehtikuitupuu

Korjatusta puun painosta lasketaan hiilidioksidiekvivalenttimäärä, joka poistetaan tai sidotaan ilmakehästä. Määrä lasketaan nelivaiheisella prosessilla:

- 1. Tuorepainosta lasketaan kuivan puun (ts., ei kosteutta) osuus. Muuntokerroin tuoreen puun painosta kuivan puun painoon on 0,5.
- 2. Kuivapainosta määritellään hiilen osuus puuaineen painosta. Muuntokerroin kuivan puun painosta hiilen painoon on 0,5.
- 3. 100 vuoden jälkeinen hiilen osuus puutuotteessa ja mahdollisessa jätteessä lasketaan kertoimen avulla, joka määräytyy tuoteluokasta ja metsän sijainnista.
- 4. Puuhun sitoutuneen hiilen perusteella lasketaan hiilidioksidiekvivalenttimäärä, joka sitoutui kun korjattu puu kasvoi. Maan yläpuolisen biomassan muuntokerroin hiilestä hiilidioksidiin on 3,67.
- Lisäksi voidaan tarvita muuntokerrointa metrisiin tonneihin, joka on 0,907.

100 vuoden jälkeinen puutuotteissa oleva hiili lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

$$\text{Hiilituote } R = \sum \text{Puutuotekategoria } R, C \cdot \text{Korjuun määrä } R, C$$

Jossa:

$R$ = alue

$C$ = puutuotteen kategoria (havupuun sahatukki, havupuun kuitutukki, lehtipuun sahatukki, lehtipuun kuitutukki)

Puutuotekategoriat alueittain ovat laskettu valmiiksi CCX-protokollassa ja niiden kertoimet löytyvät taulukoituna (the Chicago Climate Exchange 2009, s. 47). Taulukossa 11 on esimerkkilaskelma sitoutuneen hiilen määrästä, kun korjuualue sijaitsee Koillis-Yhdysvalloissa ja hakkuun tuotos on 4000 tonnia, joka jakautuu eri tuotekategorioihin taulukon mukaisesti. Taulukosta selviää, että esimerkiksi havutukin osuus korjatun puun määrästä on 7,9% ja sen tuorepaino on 316 tonnia. Kun tuorepaino muunnetaan kuivapainoksi, saadaan 158 tonnia. Hiilen kertoimella lasketaan, kuinka suuri osuus kuivapainosta on hiiltä, tuloksena saadaan 79 tonnia.. 100 vuoden kertoimella saadaan määrä joka puuaineesta on jäljellä 100 vuoden jälkeen. Tässä vaiheessa 316 tonnin tuorepainosta on jäljellä 25,12 tonnia. Hiilidioksidikertoimella ( $\text{CO}_2$ -kerroin) lasketaan hiilidioksiekvivalenttimäärän, joka sitoutui, kun korjattu puu kasvoi. Lisäksi kertoimessa huomioidaan myös muuntokerroin metrisiin tonneihin (0,907). Lopputulos on että 316 tonnia havutukkia oikeuttaa 83,62 tonniin hiilivähennystä eli 83,62 CFI yksikköön.

Taulukko 11. Hiilivähennyksen oikeuttava hiilen määrä kategorioittain

Tuote-luokka	Osuus (%)	Tuorepaino (tonnia)	Kuivapaino (kerroin)	Kuivapaino (tonnia)	Hiili (kerroin)	100 vuoden (kerroin)	Yhteensä (tonnia)	$\text{CO}_2$ (kerroin)	$\text{CO}_2$ (tonnia)
Havupuu									
Sahatukki	7,90	316	0,5	158	0,5	0,318	25,12	$3,67 \cdot 0,907$	83,62
Kuitupuu	5,10	204	0,5	102	0,5	0,090	4,59	$3,67 \cdot 0,907$	15,28
Lehtipuu									
Sahatukki	46,50	1860	0,5	930	0,5	0,316	146,94	$3,67 \cdot 0,907$	189,12
Kuitupuu	40,50	1620	0,5	810	0,5	0,261	105,705	$3,67 \cdot 0,907$	351,86

CCX standardin mukaisia vuoden 2006 CFI-yksiköitä vaihdettiin viimeisen kerran CCX pörssissä 31.1.2011 hintaan 0,05 USD (The ICE OTC Environmental 2012). Esimerkkilaskelman 351,86 hiilidioksiditonnin rahallinen arvo olisi silloin ollut noin 17 USD, joka olisi laskettu varsinaisen puun myyntitulon lisäksi.

Alkutuotannon lisäksi LLWP-tuoteluokassa voidaan ottaa huomioon myös edelleen jalostettu puutavara. Ehtona päästöoikeuksille ovat muun muassa:

- Pyyn myyjän tulee siirtää LLPW-oikeudet puuhun sitoutuneesta hiilestä myyntisopimuksessa
- Ostetulla puulla tulee olla hyväksytty alkuperäsertifikaatti, esimerkiksi suomalaisella puulla Suomen *Finnish Forest Certification Scheme* sertifioitu FSC-sertifikaatti.
- Itsenäisen kolmannen osapuolen tulee todentaa puun alkuperä

Jalostetun puun tuoteluokkia ovat:

- Havupuutavara / kertopuu / liimapuu / I liitokset
- Lehtipuutavara
- Havuvaneri
- Obs-levy (Oriented strandboard)
- Strukturoimattomat paneelit:
  - Jalopuuviilupintaistiset / vaneri
  - Lastulevy / MDF-puukuitulevy
  - Kovalevy
  - Eristelevy
- Paperi

Puunjalostajien tuotteille on laskettu kertoimet, joiden avulla voidaan laskea eri tuoteluokkien hiilensidontakyky.

CCX järjestelmän alasajon seurauksena jopa 11,7 MtCO<sub>2</sub> metsäprojekteista

liikkeeseenlaskettua päästöyksikköä uhkaa jäädä hankkeiden kehittäjien tappioksi, ellei niille löydetä sopivaa kaupankäyntijärjestelmää. Vaikka CCX ei enää itsenäisenä järjestelmänä ole olemassa, monet sen kehittämät metodologiat ja standardit jatkavat muissa järjestelmissä, joko sellaisenaan tai kehittyneimpinä versioina. Esimerkiksi malli, jossa metsähankkeista saaduille yksiköille perustetaan puskuritili hiilivuodon varalle, on nyt käytössä usealla eri standardilla toisin kuin CDM-standardissa, joka käyttää edelleen tapaa, jossa yksiköt jaetaan lyhyt- ja pitkäikäisiin yksiköihin. Toinen merkittävä kehitysaskel oli CCX:n yhdistämismalli, jolla rohkaistiin muun muassa maanviljelijöitä ja metsänomistajia yhdistämään hankkeita. Diaz ym. (2011 s. 39) mukaan moneen standardiin esimerkiksi VCS, CAR ja CDM on luotu tai ollaan luomassa CCX alkuperäisen standardin mukaista mallia, jossa projektin kehittäjät voivat kerätä erilaisia vapaaehtoisia toimintoja yhteen, kun ne aikaisemmin ovat vaatineet erilliset hankedokumentit ja todennukset.

### **6.3 Todentajat**

Itsenäisiä kolmantena osapuolena toimivia todentajia käytetään säännellyillä ja vapailla markkinoilla. Säänneltyjen markkinoiden standardien säännöissä se mainitaan edellytyksenä yksiköiden liikkeeseenlaskussa. Myös vapaille markkinoille tarkoitetuissa standardeissa itsenäisen todentajan käytön edellytys on yhä yleisempää. Muun muassa VCS on tarkasti määritellyt ne yritykset tai instituutiot, joiden todentamispalveluita se hyväksyy järjestelmänsä kautta liikkeeseenlaskettavien yksiköiden todentamiseen.

Sidosryhmät yleensä vaativat hankkeen ulkopuolisen todentajan käyttöä saadakseen varmuuden siitä, että yksikkö on luotu hankkeessa, jossa on syntynyt todellista päästövähennemää ja että vähenemän määrä on mitattu oikein. Todentajan käyttö luo hankkeelle ja päästöyksikölle uskottavuutta. Ostaja yleensä edellyttää hankkeen mittaamisessa tarkkuutta, pätevyyttä, olennaisuutta ja läpinäkyvyyttä.

*Forest Carbon Asia* (2011) on laatinut listan metsähankkeiden todentajista vuonna 2011, joita on taulukoitu taulukkoon 12. Taulukoon on kerätty ne todentajat, jotka

määrittelevät säännellyn ja vapaitten markkinoiden standardeja. Taulukon mukaisesti esimerkiksi Det Norske Veritas (DNV) voi todentaa Kioton pöytäkirjan mukaisella CMD- ja JI-hankemekanismilla luotuja AR-hankkeita. Myös VCS-, GS- ja ISO-standardit ovat hyväksyneet DNV todentamaan hankkeitaan.

Taulukko 12. Metsähiilihankkeiden todentajia (Forest Carbon Asia 2011)

Yritys tai yhteisö	Metsähiilistandardit
Det Norske Veritas (DNV)	AR CDM, JI, VCS, ISO, GS
Environmental Services, Inc. (ESI)	CarbonFix, CAR, VCS, CCBS, ACR, PTC, CCX ISO
Rainforest Alliance	ACR, CarbonFix, CCBS, CAR, CCX, ISO, Plan Vivo
Scientific Certification Systems (SCS)	VCS, CAR, CCBS, CCX, ACR, ISO
TÜV NORD CERT, GmbH	AR CDM, VCS, CCBS, CarbonFix
TÜV SUD Industrie Service GmbH (TÜV SÜD), Carbon mangmt Service	AR CDM, JI, GS, VCS, CCBS, CarbonFix, CCX, ISO

Esimerkkinä todentajasta on *Scientific Certification Systems* (2012), joka toteaa toiminnastaan, että kolmannen osapuolen todentaminen ja tarkastaminen varmistaa, että väittämä päästön vähennyksestä on uskottava, läpinäkyvä ja sopiva kaupankäynnin kohteeksi kansainvälisillä hiilimarkkinoilla. SCS toimii yksityisten organisaatioiden, sijoitusrahastojen ja yksityisten maanomistajien kanssa. Sen palveluihin kuuluu muun muassa päästöjen vähennyksen todentaminen, hankesuunnitelmien tarkistaminen, etukäteisarviointi ja arviointi eri standardien soveltuvuudesta hankkeeseen.

SCS:n todentamisprosessi jakaantuu viiteen eri osaan:

- Hakemusehdotus ja sopimus SCS:lle todentamishankkeen aloittamiseksi
- Hankkeen dokumentaation läpikäynti
- Kohdekäynnit
- Todennusraportin laatiminen
- Todentamislausekkeen antaminen sovitulle standardille rekisteröintiä ja liikkeeseenlaskua varten

*Scientific Certification Systems* on maailman johtava metsä- ja maankäytönhankkeiden todentaja. Se on toiminut yli 25 vuotta tarjoten sertifioiden erilaisia ympäristöhankkeita. Yritys perusti vuonna 1991 metsänsuojelun -ohjelman, joka toimi vastuullisen metsänhoidon kolmannen osapuolen vahvistamana sertifikaattina. Sen jälkeen sille on myönnetty muun muassa oikeus toimia the *International Forest Stewardship Council* (FSC) valtuuttamana sertifioijana. SCS on FSC-sertifioinut miljoonia hehtaareja luonnontilaisia metsiä ja viljelyksiä Pohjois-, Keski-, ja Etelä-Amerikassa sekä Euroopassa ja Aasiassa. Hiiliyksiköitä se on todentanut vuodesta 2006 lähtien.

Tietyn organisaation hyväksyminen todentajaksi ei aina takaa, että yksikkö on todennettu oikein. Business Green lehden mukaan YK poisti hetkellisesti *Det Norske Veritasin* oikeudet todentaa CDM-hankkeita sen jälkeen, kun marraskuussa 2008 tehty tutkimus paljasti, että sen tilintarkastusprosessissa esiintyi puutteita ja henkilö, joka oli hyväksynyt viisi todentamisraporttia, ei ollut todellisuudessa tutkinut niitä (Young 2008). DNV oli siihen mennessä todentanut melkein puolet kaikista CDM-järjestelmän puitteissa luoduista CER-yksiköistä. DNV sai myöhemmin oikeuden takaisin ja YK kritiikkiä epäselvistä ohjeista määritelmän lisäarvo *additionality* määrittelemisestä.



## 6.4 Rekisterit

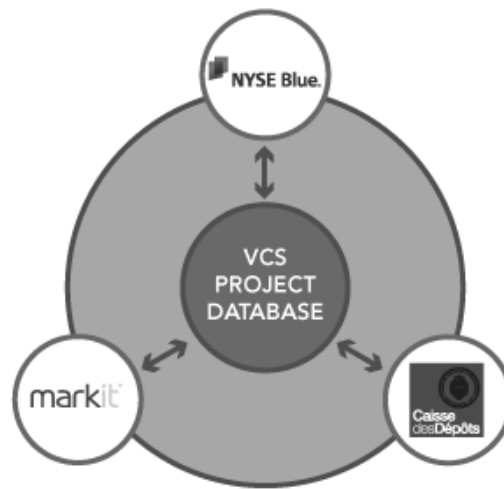
Päästöhankkeessa luotu todennettu päästöyksikkö on useimmissa standardeissa rekisteröitävä rekisteriin, jotta niillä voidaan käydä kauppaa. Rekistereihin merkitään hankkeet, joista yksikkö on luotu sekä luotujen yksikköjen kappalemäärät. Päästöjärjestelmien eräänä tehtävänä on varmistaa, ettei yksikköä voida rekisteröidä useampaan rekisteriin ja myös ettei yhtä yksikköä voida myydä monelle eri osapuolelle. Tätä toimintaa kutsutaan kaksoiskirjaamisen *double counting* estämiseksi. Kaksoiskirjaamista voi tapahtua myös, jos useampi eri taho tarjoaa samaa hanketta.

Toisin kuin säännellyillä markkinoilla, vapailla markkinoilla päästöyksikön elinkaari päättyy vasta, kun se on vapaaehtoisesti mitätöity *retire* tarjoajan tai lopullisen ostajan toimesta. Esimerkiksi yrityksen, joka haluaa imagosyistä kompensoida hiilijalanjälkeään ja ostaa tähän tarkoitukseen päästöyksiköitä, on mitätöitävä ostamansa yksiköt niin, etteivät ne enää voi palata markkinoille. Eräännyttämisen prosessi on kriittinen toiminto, jolla varmistetaan vapaiden markkinoiden uskottavuutta. Sen onnistuminen mittaa, kuinka hyvin markkinat noudattavat perimmäistä tarkoitustaan.

VCS-järjestelmässä VCU-yksiköitä voidaan perustaa VCS-rekisterijärjestelmään. VCU-yksiköt voivat olla olemassa vain VCS-rekisterissä eikä niiden omistusoikeuksia voida siirtää eteenpäin muihin tietokantoihin tai tehdä niistä paperisia todistuksia. Yksiköitä voidaan vaihtaa rekisterin tilinomistajien kesken. Yksikön ostaja voi pyytää sähköpostitse vahvistuksen siitä, että hänen ostamansa yksikkö on mitätöity hänen nimellään ja todeta mitätöinnin myös VCS-hankkeiden tietokannasta. (Voluntary Carbon Standard 2012a)

VCS-rekisterijärjestelmää voidaan laajentaa siten, että useat eri rekisterinpitäjät voivat muodostaa suoran yhteyden VCS-tietokantaan. Tilinomistajaksi haluavat voivat siten valita mieluisimman rekisterinpitäjän ja avata tilin sen kautta. Tällä hetkellä VCS-tietokantaan on liittynyt kolme rekisterinpitäjää: *NYSE Blue* (APX -

rekisterit), *Markit* ja *Caisse des Dépôts* (CDC Climat -rekisteri). *CDC Climat* -rekisteri on ilmoittanut alkuvuodesta 2012, ettei se enää jatka VCS-rekisterinpitäjänä vuoden 2012 jälkeen (Peters-Stanley ja Hamilton 2012 s. 34). Rekisterinpitäjät voivat ladata dokumentteja, liikkeeseenlaskea, säilyttää ja mitätöidä VCU-yksiköitä ilman aikarajoituksia. Kuva 16 selventää VCS-tietokannan ja rekisterinpitäjien välistä yhteyttä, jossa eri rekisterit ovat yhteydessä tietokantaan, mutta eivät toistensa kanssa. (VCS Registry System 2012)

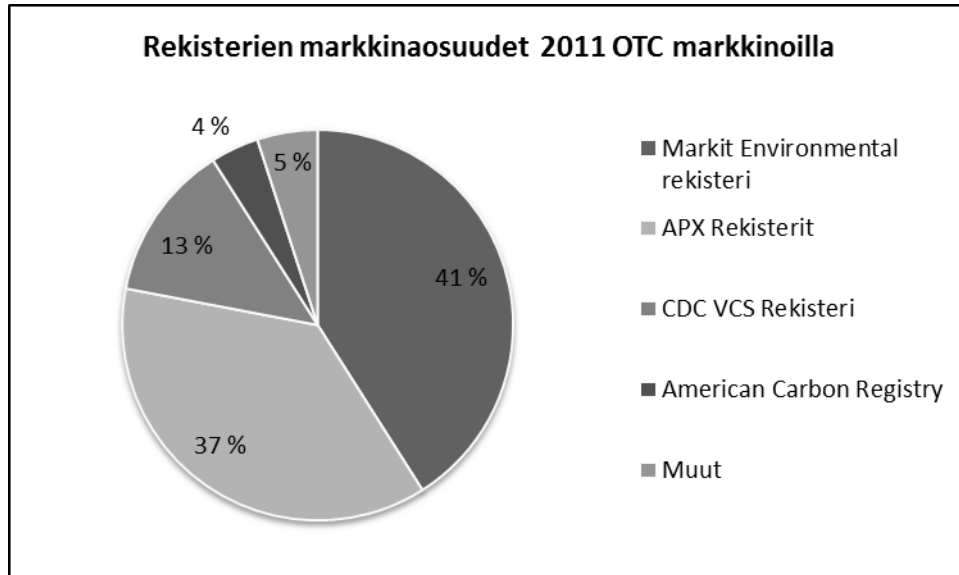


Kuva 16. VCS hanketietokannan yhteydet eri rekisterinpitäjiin (VCS Registry System 2012)

Rekisterijärjestelmään kuuluu edellä mainittu VCS-hankkeiden tietokanta, johon kootaan tieto kaikista hankkeista, jotka on todennettu VCS-standardilla ja joista on liikkeeseenlaskettu VCU-yksikkö. Jokaista yksikköä voidaan seurata liikkeeseenlaskusta mitätöintiin asti. Seuranta pyrkii takaamaan ostajalle, että yksikkö on todellinen, se tuottaa lisäarvoa, pysyvä, riippumattomasti todennettu, yksilöllisesti numeroitu ja täysin kaupattavissa verkossa. Myös puskuriyksiköitä, joita pidetään yhdistetyllä AFOLU-puskuritulilla, voidaan seurata verkossa.

Eri rekisterinpitäjien markkinaosuudet vapaaehtoisilla OTC-markkinoilla vuonna 2011 on kuvattu kuvassa 17. *Markit Environmental* rekisteri on suurin OTC-

markkinoilla markkinaosuudella mitattuna. Toiseksi suuri markkinaosuus on *NYSE Bluen* APX Rekistereillä. CDC:n VCS-rekisteri lopettaa vuoden 2012 lopussa, joten sen 13 % markkinaosuus jakautunee jäljellejäävien rekisterinpitäjien kesken.



Kuva 17. Rekisterien markkinaosuudet OTC-markkinoista vuonna 2011 (Peters-Stanley ja Hamilton 2012, s. 35)

## 7 MARKKINAT JA KAUPANKÄYNTIIN OSALLISTUMINEN

### 7.1 Ensi- ja jälkimarkkinat

Hiiliyksikköjen kaupankäyntiin liittyy oleellisena osana erottelu ensi- *Primary* ja jälkimarkkinoihin *Secondary Markets*. Ensimmäiset markkinat viittaavat alkuperäiseen liiketoimeen hankkeen kehittäjän ja sijoittajan välillä, jonka seurauksena hyödyke eli yksikkö saatetaan vaihdannan välineeksi. CDM-markkinoilla sopimusta, jossa yksikön oikeus siirtyy myyjältä ostajalle, kutsutaan nimellä *Emissions Reduction Purchase Agreement* (ERPA). Vapaaehtoisuuteen perustuvilla markkinoilla sopimusta kutsutaan *Voluntary Emission Reduction Purchase Agreement* (VERPA). Koska alkuperäiset CDM-hankkeet ovat hyvin erilaisia ja muistuttavat luonteeltaan hankerahoitusta, myös ERPA-sopimus vaihtelee tapausten mukaan (Point Carbon 2007, s.12). Tyypillisesti sopimukseen ja siten myös yksiköstä saatavaan hintaan vaikuttaa yksikön luontiin ja toimittamiseen ominaisten riskien jakautuminen sekä sopimusvelvoitteet.

Climate Connect (2012) on arvioinut CER-yksikön hintaa perustuen hankkeen vaiheeseen. Tiedot on koottu vuoden 2011 toiselta neljännekseltä ja hintaa verrataan spot-hintaan eli todelliseen hintaan, jolla yksi yksikkö on myyty järjestäytyneessä hiilipörssissä.

- CER, joka on liikkeeseenlaskuvaiheessa, on arvostettu noin 90-98 %:n spot-kurssista
- Rekisteröidyn hankkeen arvo on noin 85-93 %
- Todennusvaiheessa olevan hankkeen arvo on noin 70-85 %
- Hanke, joka ei vielä ole todennusvaiheessa, arvostetaan noin 60-80 %:iin.

ERPAan liittyvät sopimusriskit voidaan jakaa yleiseen sopimusriskiin ja erityisesti ERPA-sopimukseen liittyviin riskeihin. (Point Carbon 2007, s.12-14)

Yleisiin riskeihin luokitellaan yleensä seuraavat riskit:

- Suoritusriski (taloudellinen, tekninen, sopimusosapuoleen liittyvä)
- Rekisteröinti- ja tarkistamisriski (hankkeen hyväksyntä, YK:n lähtötaso ja metodologia)
- Isäntämaariski (yleinen ja hiileen liittyvä)

Edelleen Point Carbonin (2007) mukaan ERPA-sopimukseen liittyviä riskejä ovat muun muassa ehdot, jotka vaikuttavat yksiköstä saatavaan hintaan. Ostaja voi olla esimerkiksi valmis maksamaan hankkeesta etukäteen, jos yksikön hinta on alhaisempi verrattuna toimitushetkellä tapahtuvaan arvostukseen. Samoin yritys voi olla valmis maksamaan korkeampaa hintaa, jos se saa etuoikeuden muihin ostajiin nähden siinä tilanteessa, jossa hanke ei pysty tuottamaan ennakoitua määrää yksiköitä. Niinpä jokainen liikkeeseenlaskettava ensimarkkinan CER on arvoltaan erilainen ja heijastaa hankkeen riskiprofiilia, joka muodostuu erilaisista tekijöistä kuten:

- Hankkeen luontainen riski ja miten se on jakautunut ostajan ja myyjän kesken
- Kuinka pitkälle hanke on edennyt silloin, kun ERPA on sovittu
- Riskiprofiili, jonka hanke, isäntämaa tms. tarjoaa
- Muut sopimustekniset seikat, esimerkiksi kattaako sopimus ensimmäiset vai viimeiset 30 % luoduista yksiköistä.

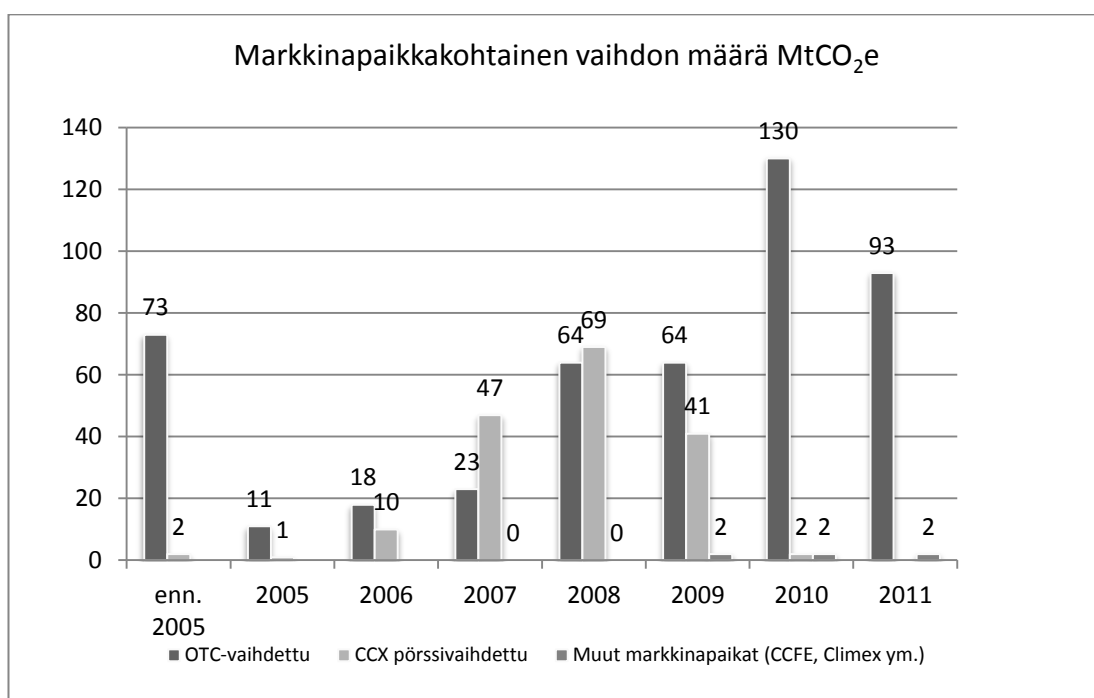
Jälkimarkkinoilla viitataan mihin tahansa tapahtumaan liikkeeseenlaskun eli ensimarkkinoiden jälkeen. Tyypillinen tapaus on yksikön myynti edelleen kunnes sen viimein ostaa loppukäyttäjä, joka käyttää sen kompensoimaan päästönsä. Tyypillisesti jälkimarkkinoiden ostajalla on paljon vähemmän riskiä, sillä yksikkö on, joko valmiiksi olemassa oleva tai sen toimitus on jollain muulla tavalla taattu, joko korvaavalla yksiköllä tai toimittamatta jättämisen tapauksessa sopimuksessa mainitulla kompensatiolla. Tämän johdosta jälkimarkkinoiden yksikön hinta on paljon korkeampi.

Spottikauppa, eli hiiliyksikön osto ja myynti sovitun kurssin mukaan niin, että kaupan kohteena olevat oikeudet toimitetaan ja sovittu hinta maksetaan muutaman päivän ajanjaksolla, on jälkimarkkinoilla tyypillinen tapa hankkia yksiköitä. Spottikaupankäynnin piiriin kuuluu myös hiiliyksiköiden johdannaismarkkinat, jossa vaihdetaan tietyllä juoksuajalla olevia tulevaisuudessa toteutuvia osto- ja myyntivelvoitteita.

## 7.2 OTC-markkinat

*Ecosystem Marketplacen* (2012) mukaan vapaaehtoiset markkinat viittaavat kaikkiin vapaaehtoiisiin hiiliyksiköiden ostoihin ja myynteihin järjestäytyneiden markkinapaikkojen ulkopuolella kuten esimerkiksi *InterContinentalExchange* (ICE) tai *Climex*. Järjestäytyneiden kauppapaikkojen ulkopuolella tehtävät ostot ja myynnit eivät kuulu myöskään Cap-and-Trade kaupankäyntijärjestelmien piiriin, missä ostetaan ja myydään kiintiöityjä päästövähennyksiä. Melkein kaikki hiiliyksiköt, joita ostetaan vapaaehtoisuuteen liittyvässä kaupassa, saavat alkunsa hankekohtaisissa liiketoimissa. Kaupankäyntiä kutsutaan vapaaehtoisten päästöyksiköiden markkinoiksi *Voluntary Offset Market*. Markkinoita voidaan kutsua myös *Over-The-Counter* (OTC) -markkinoiksi sillä kauppaa käydään virallisten pörssien ulkopuolella.

Kuvasta 18 ilmenee markkinapaikkakohtainen vaihdon määrä vuodesta 2005 vuoteen 2011. Ylivoimaisesti eniten kauppaa käytiin OTC-markkinoilla, mutta myös pienemmät markkinapaikat kuten *Chicago Climate Futures Exchange* (CCFE) ja *Climex* saivat jonkin verran markkinaosuuksia vuoden 2009 jälkeen. Vuodesta 2005 vuoteen 2008 kokonaisvaihdon määrä kasvoi vuosittain. Vuonna 2009 kokonaisvaihdon määrä laski noin 26 MtCO<sub>2</sub> verrattuna edelliseen vuoteen, mutta kokonaisvaihto nousi jälleen vuoden 2008 tasolle vuonna 2010. Vuonna 2011 kokonaisvaihdon määrässä on jälleen laskua ja vaihdosta hävisi 39 MtCO<sub>2</sub> edelliseen vuoteen verrattuna.



Kuva 18. Markkinapaikkakohtainen vaihdon määrä vuodesta 2005-2011 (Diaz 2012)

OTC-markkinoilla tarjontaa muodostavat esimerkiksi verkossa yksiköitä myyvät jälleenmyyjät, CDM- tai JI-hankkeiden kehittäjät, jotka syystä tai toisesta eivät voi myydä hankkeista saatuja yksiköitä säännellyillä markkinoilla tai hankkeiden kehittäjät, jotka haluavat ensisijaisesti luoda vapaaehtoisuuteen perustuvia yksiköitä. Taulukkoon 13 on kerätty kolme tyypillisintä yksiköitten myyjää ja myyjien roolia kaupankäynnissä (Ecosystem Marketplace 2012).

Taulukko 13. OTC-markkinoiden myyjiä ja myyjien rooleja (Ecosystem Marketplace 2012)

Myyjä	Myyjän rooli
Hankkeen kehittäjä	Kehittää kasvihuonekaasujen vähentämishankkeita ja myydä niistä saadut yksiköt tukkumyyjille, vähittäismyyjille tai loppuasiakkaille
Tukkumyyjä	Myydä yksiköitä vain massoittain. Myyjälle on tyypillistä omistaa useita eri tyyppisistä hankkeista saatuja yksiköitä
Jälleenmyyjä	Myydä pieniä yksikkömääriä henkilöille tai organisaatioille, yleensä verkon kautta. Myyjälle on tyypillistä omistaa useita eri tyyppisistä hankkeista saatuja yksiköitä

OTC-markkinoilla ostajan ja myyjän välillä voi toimia välittäjä. Välittäjän roolina on auttaa ostajaa ja myyjää kohtaamaan toisensa. Esimerkkinä välittäjästä voidaan esitellä *Evolution Markets*, jolla on hiilimarkkinoihin erikoistuneita tiimejä Lontoossa, New Yorkissa, Pekingissä ja San Franciscossa. Se on eräs alansa suurimmista ja kokeneimmista (Evolution Markets 2012).

*Evolution Markets* tarjoaa CDM-, JI- ja VER-hankkeiden kehittäjille hiilimarkkinoiden tietotaitoa ja kokemusta sekä auttaa rakentamaan hankkeet niin, että ne maksimoivat hiiliyksiköstä saatavaa arvoa. Välittäjän palveluna kehittäjille on myös sellaisen hiiliyksikön ostajan etsintä, joka pystyy täyttämään sopimuksen parhaimmilla mahdollisilla ehdoilla. Esittelysivuillaan *Evolution Markets* (2012) toteaa muun muassa, että heidän kansainvälinen asiakaskuntansa kattaa lähes 1000 yritystä eri sektoreilla, joiden joukkoon kuuluu esimerkiksi: kansainvälinen energia, kaivostoiminta, kemikaalit, kansainvälinen pankkitoiminta ja hedge -rahastot. Se on ollut mukana tekemässä EUA-, CER- ja VER-liiketoimia eri osapuolten välillä yli 35 maassa.

*Evolution Markets* tarjoaa myös välitystoimintaa ja sen omalla markkinapaikalla voi käydä kauppaa EUA-yksiköillä. Sen asiakkaat voivat myös antaa ostotoimeksiantoja, jotka voidaan toteuttaa kansainvälisissä hiilipörsseissä. *Evolution Marketsin* lisäksi samantyyppistä toimintaa harjoittaa muun muassa Australiassa päämajaansa pitävä *Brokers Carbon*, jolla on toimistot neljässä eri maassa. Myös sen palveluihin kuuluvat: OTC-kaupankäynnin välitystoiminta, hankkeiden tunnistaminen, jotta ostaja voi helpommin löytää häntä kiinnostavan hankkeen tai myyjille ERPA-sopimusten strukturointi ja solmiminen (Brokers Carbon 2012).

## **7.3 Järjestäytyneet markkinapaikat**

### **7.3.1 Säännelty markkinapaikat**

Järjestäytyneet markkinapaikat voidaan jakaa kahteen osaan. Kioton mekanismilla luodut Cap-and-Trade -järjestelmät, joiden kansallinen kauppapaikka toimii



kotimaassaan huutokauppaperiaatteella, jossa yksiköitä myydään päästöjä kompensoiville yrityksille. Päästokiintiön täyttämiseksi jääneet yritysten yksiköt voidaan myydä edelleen kansallisella kauppapaikalla, kansainvälisillä säännellyillä markkinapaikoilla tai vapaaehtoisilla markkinapaikoilla. Vapaaehtoisilla markkinapaikoilla vaihdetaan määrällisesti eniten Kioton pöytäkirjan mukaisia CDM-mekanismin mukaisia yksiköitä, mutta myös VER-yksiköitä.

Säännellyillä markkinoilla toimii esimerkiksi Saksan, Liettuan ja Alankomaiden kansallisena markkinapaikkana ja säilyttäjäyhteisönä *the European Energy Exchange* (EEX), jossa EUA-yksiköiden kauppaa käydään spotti- ja johdannaismarkkinoilla. Jälkimarkkinoiden spottikaupassa on kaksi jatkuvan kaupankäynnin kohteena olevaa yksikköä: vuoden 2012 loppuun asti voimassaoleva EUA ja vuoden 2013 alusta voimaantuleva EUA (European Energy Exchange 2012).

EEX hoitaa myös kansallista huutokauppaa esimerkiksi Saksan Liittovaltion ympäristöministeriön puolesta. Joka viikko tammikuusta lokakuuhun spottikaupalla huutokaupataan 300.000 EUA-yksikköä *Xetra*-kaupankäyntijärjestelmässä. Kaikkien yksiköitten tulee mennä kaupaksi joka huutokaupassa, tai muuten huutokauppa ei ole pätevä. Tarjouksen minimimäärä on 500 tonnia. Suomen ympäristöministeriön (2012) mukaan huutokauppa on ensisijainen EUA-päästöyksiköiden jakoväline vuodesta 2013 alkaen. Uusitun EU-direktiivin mukaan kansallisista jakosuunnitelmista luovutaan ja jatkossa päästöyksiköiden kokonaismäärä päätetään yhteisötasolla. Direktiivissä määritellään päästöjen kokonaismäärän lähtökohdaksi päästökaupan toisen jakson eli vuosien 2008–2012 mukainen jako. Vuodesta 2013 lähtien tämä määrä vähenee lineaarisesti.

Spottikaupan ja huutokaupan lisäksi EEX toimii myös johdannaismarkkinoilla. EEX-Johdannaismarkkinoilla kaupankäynnin kohteena on *European Carbon Futures* ja *CER Futures*. *European Carbon Futures* ovat termiinejä, joilla ostaja ja myyjä sopivat toimittamaan tai ostamaan tietyn määrän EUA-yksiköitä tietyllä hinnalla tiettyyn aikaan tulevaisuudessa. *CER Futures*, ovat termiinejä joilla ostaja ja myyjä sopivat toimittamaan tai ostamaan tietyn määrän CER-yksiköitä tietyllä hinnalla

tiettyyn aikaan tulevaisuudessa. *European Carbon Futures*ien ensimmäisen periodin termiinien kaupankäyntiaika on viisi vuotta alkaen 1. tammikuuta 2008. Ensimmäisen kauden termiinit erääntyvät sopimuksen mukaan joulukuussa 2012 ja erääntymiskurssi on viimeinen kaupankäyntikurssi. Toisen kauden termiinit erääntyvät vuosittain joulukuussa. Myös johdannaisia huutokaupataan. Huutokauppa tapahtuu EUREX-kaupankäyntijärjestelmässä. Viikoittain tammikuusta lokakuuhun huutokaupataan 570.000 *European Carbon Future MidDec* -yksikköä.

EEX:n säilytysyhteisönä toimii *the European Commodity Clearing Ag* (ECC). ECC:n rooli on toimia selvitysyhteisönä ja siten kantaa vastapuoliriski. Selvitysosapuolena voivat toimia esimerkiksi pankit. Käytännössä kaupankäynnin osapuolet eli esimerkiksi ostaja selvittää kaupan, eli maksaa oston ja ilmoittaa, mille tilille saadut yksiköt talletetaan, pankin kanssa, joka puolestaan selvittää kaupan ECC:n kanssa. ECC toimii Saksan kansallisena EUA- ja CER-rekisterinä, jonka toimenkuvaan kuuluu myös yksiköiden liikkeeseenlasku ja mitätöinti. (EEX 2011, s. 14-15)

### 7.3.2 Vapaaehtoisuuteen perustuvat markkinapaikat

Vuoteen 2010 järjestäytyneenä markkinapaikkana vapaaehtoisilla markkinoilla toimi suurimpana *Chicago Climate Exchange* (CCX) ja *Chicago Climate Futures Exchange* (CCFE). Näistä molemmat ovat lopettaneet toimintansa, CCFE helmikuussa 2012 ja CCX vuoden 2010 lopussa. Vuonna 2012 toiminnassa olivat muun muassa *Climex*, *Asia Carbon Exchange*, *Carbon Trade Exchange* ja *Africa Carbon Exchange*. *Climex* on Rabobankin 100 % omistama tytäryhtiö. Sillä on yli 10 vuoden kokemus energia- ja hiilimarkkinoilta ja se toimii kaupankäyntijärjestelmänä ja neuvonantajana. Se on toimittanut yli 600 sähkö-, kaasu- ja hiilihuutokauppaa. *Climex* toimi huutokaupanpitäjänä muun muassa nimeltä mainitsemattoman hollantilaisyrittäjän hiiliyksiköiden ostohuutokaupassa 21.9.2012, jossa yritys osti 50.000 GoldStandardin VER-yksikköä (Climex 2012).

*Asia Carbon Exchange* (ACX-Change) on maailman ensimmäinen CDM-pohjainen on-line kaupankäyntijärjestelmä. Se on toiminut vuodesta 2005 ja sen kautta on

vaihdettu 4,6 miljoonaa hiiliyksikköä. Hankkeet, joista yksiköitä on saatu huutokauppaan, perustuvat uusiutuvan energian sektoriin sisältäen muun muassa tuulen, biomassan ja veden. Ostajina on ollut eurooppalaisia, yhdysvaltalaisia ja japanilaisia säänneltyjen ja vapaaehtoisten markkinoiden osapuolia. CDM-hankkeista luotujen CER-yksiköiden myyjiä ovat olleet muun muassa intialaisia, vietnamilaisia brasilialaisia ja kiinalaisia. Vuodesta 2007 kauppapaikalla on huutokaupattu myös VER-yksiköitä, joiden standardina on käytetty VCS-, VER+- ja CDM-standardia. Nämä uusiutuvaan energiaan tai energiatehokkuuteen perustuvat hankkeet ovat sijainneet Intiassa, Kiinassa, Indonesiassa tai Yhdysvalloissa. (Asia Carbon Exchange 2012)

Jälkimarkkinoiden spottikauppapaikoista voidaan mainita myös *Carbon Trade Exchange* (CTX), joka on kansainvälinen elektroninen kaupankäyntijärjestelmä, jossa voi vaihtaa CER- ja VER-yksiköitä. Sillä on yli 145 jäsentä 22 maassa ja kaksi toimistoa, toinen Lontoossa ja toinen Sydneyssä. CTX toimii emoyhtiönä vuonna 2011 Austin Texasiin Yhdysvaltoihin perustettuun *Texas Climate & Carbon Exchange* (TCCX). Sillä on kaupankäyntiohjelmat säännellylle *Cap-And-Trade* -järjestelmälle ja vapaaehtoiseen kasvihuonekaasujen vähennyskauppaan. TCCX on ainoa CTX-lisenssin luvanhaltija Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Meksikossa. (Carbon Trade Exchange 2012)

Johdannaisissa *ICE Futures Europe* on Euroopan johtava hiilidioksidipäästöjen markkinapaikka. Hiilen markkinahinnan riskiä voidaan hallinnoida EUA-, CER- ja ERU-futuurisopimuksilla. ICE hankki vuodesta 2005 toimineen *the European Climate Exchangen* (ECX) vuonna 2010. ICE:n EXC-tuotteet tarjoavat likvidit markkinat, hinnan ja läpinäkyvyyden päästömarkkinoille, samoin kuin tehokkaat keinot EU ETS -järjestelmän vaatimusten mukaiseen täyttämiseen. ICE ECX kauppakumppanina on yli 100 kansainvälistä yritystä ja tuhansia kauppiaita ympäri maailman, joilla on pääsy markkinoille selvittäjä osapuolien ja välittäjien kautta (ICE ECX 2012). *Nasdaq OMX Commodities Europe* on maailman suurin energiajohdannaisten pörssi ja se hoitaa yhtä Euroopan hiilen markkinapaikkaa. *Nasdaq OMX Commodities* tarjoaa kaupankäyntipaikkaa ja selvitystoimintaa EUA- ja CER-yksiköille. Sillä on 120 jäsentä yli 15 maassa (Nasdaq OMX 2012)

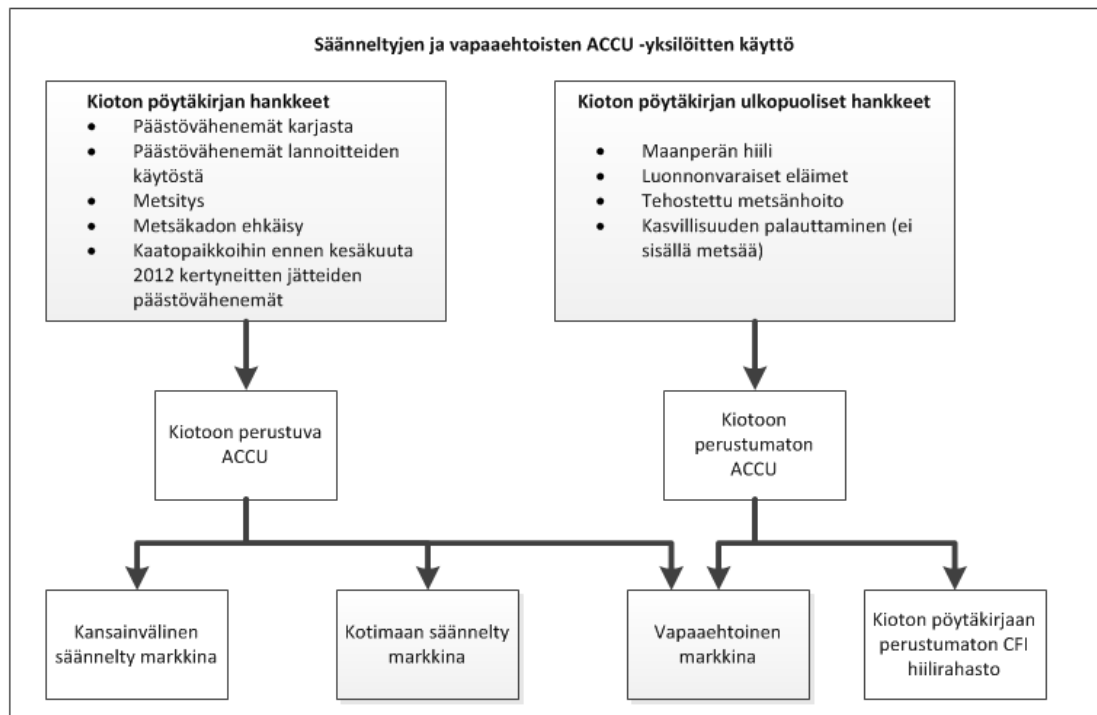
#### **7.4 Australian malli säänneltyihin ja vapaaehtoisuuteen perustuvien yksiköitten markkinoista**

Vapaaehtoisen markkinatoimijoiden yritykset integroida vapaaehtoiset ja säädellyt järjestelmät ovat osoittautumassa onnistuneiksi, kun hallitukset ovat alkaneet arvioimaan aikaisemmin marginaalissa olleiden markkinoiden sopivuutta kansallisen kasvihuonekaasujen säännöstelyn pohjaksi. Peters-Stanleyn (2012a, s. 1) mukaan eri standardit ja rekisterit, jotka seuraavat ja ohjaavat vapaaehtoisuuteen perustuvaa kasvihuonekaasujen supistusta, ovat vuosien aikana lisääntyneet ja niiden perusteella on päädytty siihen johtopäätökseen, että vapaaehtoisuuteen perustuvat mekanismit ovat yhtä tarkkoja, mutta innovatiivisempia kuin säännelty mekanismit. Monet vapaaehtoiset toimijat yrittävät nyt integroida vapaaehtoiset ja säänneltyt järjestelmät toisiinsa luomalla säännöksiä, jotka täyttävät tai korjaavat mekanismien eroavaisuuksia. Eri ohjelmat pyrkivät harmonisoimaan määritelmiään niin, että päästöoikeus voitaisiin hyväksyä useampaan järjestelmään. Säännellyillä markkinoilla esimerkkinä päästökauppajärjestelmästä, joka perustuu sekä kiintiöihin että hankkeessa luotuihin yksiköihin on Australian päästökauppajärjestelmä.

Australiassa noin 500 yrityksellä on lakisääteinen velvollisuus maksaa päästöistään tai kompensoida ne tietyn tyyppisillä hiiliyksiköillä. Eräs hallituksen ohjelma päästöjen vähentämiseen on *the Carbon Farming Initiative* (CFI), missä maatilalliset ja muut maanomistajat voivat muodostaa hankkeita ja ansaita niillä hiiliyksiköitä varastoimalla hiiltä tai vähentämällä maaperän kasvihuonekaasupäästöjä. Australian hallituksen (2012) mukaan näiden CFI-hankkeiden kautta luotuja yksiköitä kutsutaan *Australian Carbon Credits Units* eli ACCU:ksi. ACCU:ja voidaan myydä yksityisille ja yrityksille, jotka haluavat kompensoida päästöjään. CFI-ohjelmaan osallistuminen on vapaaehtoista. Ohjelmalla pyritään päästöjen vähentämisen lisäksi auttamaan maaseutuyhteisöjä ja ympäristöä tukemalla kestävää maataloutta ja luomalla kannustimia maiseman kunnostamiseen.

Australia on Kioton pöytäkirjan allekirjoittajamaana sitoutunut rajoittamaan kokonaispäästöjään. Kioton pöytäkirjassa säännellään, mitkä päästöt on sisällytettävä kasvihuonekaasujen tilille ja miten ne pitää mitata. Hankkeita, joilla yksiköitä voidaan hankkia, ovat: päästövähennämät karjasta, päästövähennämät lannoitteiden käytöstä, metsitys, metsäkadon ehkäisy sekä kaatopaikkoihin ennen kesäkuuta 2012 kertyneiden jätteiden päästövähennämät. Näistä hankkeista voidaan muodostaa Kioton pöytäkirjanmukaisia Kioton ACCU:ja myös vuoden 2012 jälkeen ja käyttää niitä kompensoimaan pöytäkirjassa säädeltyä kokonaispäästöä. Kioton ACCU:ja voidaan käyttää kansainvälisillä säännellyillä markkinoilla vaihtamalla niitä Kioton CER-yksiköihin.

CFI-hankkeita ei sisällytetä Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasutileille eikä niitä lasketa mukaan kansalliseen tavoitteeseen. CFI-hankkeet perustuvat: maanperän hiileen, luonnonvaraisiin eläimiin, tehostettuun metsänhoitoon ja kasvillisuuden palauttamiseen (ei sisällä metsää). Näistä hankkeista voidaan muodostaa Kioton pöytäkirjan ulkopuolisia Kiotoon perustumattomia ACCU:ja. Kuva 19 kuvaa eroa säännellyn ja sääntelemättömän yksikön välillä. Hallituksen on tarkoitus ostaa Kiotoon perustumattomia yksiköitä yrityksiltä keräämällä päästömaksuilla. 250 miljoonan Australian dollarin Kiotoon perustumattomien ACCU-rahaston on määrä olla toiminnassa heinäkuusta 2013. Hallitus ostaa yksiköitä tarjouskilpailun kautta, mutta niitten hinta ei saa ylittää säännellyn järjestelmän markkinahintaa.



Kuva 19. Säänneltyjen ja vapaaehtoisten ACCU-yksiköitten markkinat (Austalian hallitus 2012, s. 9)

Australian hallitus (2012) on päättänyt ehdottaa hiilen hinnan linkittämistä Euroopan päästökauppajärjestelmään. Tällä hetkellä Australian hintamekanismissa käytetään kiinteitä hintoja, jotka nousevat vuosittain. 1.7.2012 alkavan 2012-2013 kauden hinnaksi on määrätty 23 AUD per tonni. 1.7.2013 hinta nousee vuosien 2013-2014 kaudelle 24,15 AUD per tonni ja 1.7.2014 viimeinen kiinteä hinta kaudelle 2014-2015 on asetettu 25,40 AUD per tonni. 1.7.2015 jälkeen hinnan annetaan muodostua markkinoilla. Tarkoituksena on, että Australialaiset yritykset pystyisivät ostamaan Euroopan päästömarkkinoilta EUA-yksiköitä kattamaan omia päästokiintiöitään. Linkittäminen lähentäisi päästön hintaa Eurooppalaiselle tasolle, joka oli elokuussa 2012 noin 8,75 AUD per tonni. EU on harkitsemassa myös toimia, joilla se pidättäisi 1,2 miljardia päästöyksikköä, millä voitaisiin leikata 950 miljoonan yksikön ylijäämää ja siten nostaa yksikköhintaa. EU ETS -järjestelmän osanottajamaitten yritykset eivät pysty ostamaan australialaisia yksiköitä, joten linkittäminen toimisi vain yhteen suuntaan.

Hinnan linkittämisen lisäksi Australiassa on tarkoitus rajoittaa edullisimpien kehittyvissä maissa luotujen yksiköiden käyttöä, sillä hallituksen tavoitteena on saavuttaa markkinoiden vapaassa hinnoittelussa vuonna 2015 pohjahinta 15 AUD:ia per tonni (Priest 2012). Tavoitteen täyttämiseksi yksiköiden käyttöä on rajoitettava sillä vuodesta 2013 lähtien EUn ETS:ssä voidaan käyttää vain sellaisia CDM-mekanismilla luotuja CER-yksiköitä, joiden hankkeet ovat vähiten kehittyneissä maissa. Tulevien hankkeiden laatua epäillään huonoksi ja hintaa alhaiseksi. Elokuussa 2012 CER-yksikön hinta oli noin 3,5 AUD per tonni, eikä tulevien yksiköiden hinnasta ole varmuutta sillä mekanismin luetettavuutta epäillään. Niinpä EU ETS järjestelmästä ostettavien yksiköitten osuus saa olla enintään 50 % yrityksen vähennyskiintiöstä, jota rajoitetaan vielä niin, että vain 12,5 % saa olla Kioton yksiköitä (CDM, ERU).

## **7.5 Kotimaiset päästömarkkinat**

Säänneltyjen yksiköiden kauppapaikkana toimii esimerkiksi Helsingissä toimipistettä pitävä *NASDAQ OMX*. Sen Commodities -listan jäseniksi ovat liittyneet useat energia-alan yritykset, muun muassa Kuopion Energia, Turku Energia ja Helsingin Energia ja mukana ovat myös muun muassa UPM-Kymmene ja pankeista Nordea ja Danske Pankki (Nasdaq OMX 2012b). Näillä toimijoilla on oikeus käydä kauppaa suoraan pörssin kanssa. OMX Commodities listalla voidaan käydä kauppaa CER- ja EUA -yksiköillä. Muiden kuin pörssin jäsenten on käytävä kauppaa välittäjän kautta. Välittäjistä Nordea pankki tarjoaa päästöyksiköiden osto- ja myyntipalveluita Nordea Markets -yksikössään (Nordea 2012). Danske Pankki välittää päästöyksiköitä, mutta ei sijoituspolitiikkansa mukaan spekulointitarkoitukseen (Danske Bank 2012).

Myös Suomessa on mahdollista käyttää säänneltyiden markkinoiden ulkopuolisia kansainvälisiä päästökauppajärjestelmiä, jotka mahdollistavat omaehtoisen päästöjen kompensoinnin. Markkinoilta voi ostaa päästöyksiköitä, mutta myös perustaa eri järjestelmien mukaisia kotimaisia hankkeita ja liikkeeseenlaskea niistä saatuja yksiköitä. Eri järjestelmistä esimerkiksi VCS mahdollistaisi hankkeiden perustamisen myös Suomeen, mutta VCS-rekisterin mukaan yhtään hankkeen sijaintipaikkaa ei ole

vielä rekisteröity Suomeen (VCS Project Database 2012).

VCS-rekistereistä suomalaisia tilinomistajia, eli yhteisöjä, joilla on oikeus kaupankäyntiin kyseisessä järjestelmässä, löytyy 6.10.2012 Markit rekisteristä yksi, joka on GreenStream Network Plc. NYSE Bluen VCS-rekisteristä ei löydy yhtään suomalaista tilinomistajaa. Caisse des Dépôts, CDC Climat -rekisteristä ei ole tietoa sillä rekisteritiedot eivät ole julkisesti saatavilla. Markit-rekisterin mitätöidyt yksiköt tietokannasta löytyy 6.10.2012 yksi suomalainen ostaja, joka on yksityishenkilö ja mitätöinyt Plan Vivo AF/RF -standardoituja yksiköitä.

Päästöjen kompensointia tehdään lähinnä liiketoiminnan kompensoidessa omia päästöjään tai asiakkaan toimesta tuotteen kuluttamisesta aiheutuvien päästöjen osalta. Myös kuntatasolla on aloitettu vapaaehtoisuuteen perustuvia päästövähennystoimia. Kuntien ilmastokampanja käynnistyi vuonna 1997 ja siihen on liittynyt 47 kuntaa ja 2 kuntayhtymää (Kuntaliitto 2012).

Päästöyksiköitä ostetaan kattamaan päästövähennystavoitteen ja -toimenpiteiden väliin jäävää erotusta, jotta yritystä voidaan markkinoida hiilineutraalina yrityksenä tai että yksityinen henkilö voi pienentää omaa hiilijalanjälkeään. Päästöjen kompensointi liiketoimintana on lähtemässä käyntiin muutaman alan pioneerin kautta. Hiilineutraalin toiminnan periaatetta yrityksille on myymässä esimerkiksi Nordic Offset Oy, joka on konsultoinut muutamia yrityksiä ja saanut ne mukaan hiilidioksidipäästöjen kompensointiin, esimerkiksi Hämeen Kirjapaino Oy ja Hello Team Finland Oy. Yritys tarjoaa palveluita hiilijalanjäljen mittaamiseen ja konsultoi yrityksiä päästöjen vähentämiseksi. Yrityksen ideana on, että kasvihuonekaasupäästöt, joita yritykset eivät voi järkeistämistoimenpiteiden jälkeen välttää, kompensoidaan ostamalla päästömäärää vastaavat päästövähennykset Gold Standard-sertifioiduista uusiutuvan energian päästövähennyshankkeista. (Nordic Offset 2012)

Yksityishenkilön omaehtoinen päästöjen kompensointi tarkoittaa useimmiten lentomatkustuksen päästöjen kompensointia. Suomessa liikennöivistä lentoyhtiöistä



esimerkiksi SAS on mukana päästökompensaatio-ohjelmassa. Sen sivuilla on laskuri, jossa päästöt voi arvioida ja sen jälkeen suorittaa maksun Carbon Neutralin palvelussa (SAS 2012). Finnmatkat on osana TUI Nordic -yhtiötä mukana yhtiön aloittamassa Ilmastontuki 1+1 -hankkeessa. Finnmatkojen asiakkaille tarjotaan varauksen yhteydessä mahdollisuutta osallistua ilmastotalkoisiin vapaaehtoisella yhden euron suuruisella maksulla. Jokaista maksettua euroa kohti Finnmatkat lisää toisen euron ja tuotolla mitätöidään Plan Vivo projekteissa saatuja yksiköitä. (Finnmatkat 2012).

Yksityiset ja yritykset voivat kompensoida päästöjään myös esimerkiksi ostamalla Fortumin Hiilineutraali-kaukolämpöä, joka tarjoaa mahdollisuuden vaikuttaa käytetyn kaukolämmön hiilidioksidipäästöihin. Hiilidioksidipäästöjen kompensointi tapahtuu, kun Fortum hankkii kaukolämmön tuotannon päästöjä vastaavan määrä CER-yksiköitä. Kaukolämmityksen hiilidioksidipäästöjä voi kompensoida haluamansa määrän 10 %:n erissä välillä 10-100 %. Fortum Hiilineutraalin osuuden lisäksi maksetaan normaali energiamaksu. (Fortum 2012)

## **7.6 EU ETS -järjestelmään ehdotetut muutokset**

EU:n päästökauppajärjestelmä on pääosin sulkenut ulkopuolelleen kotimaisen ja kansainvälisen metsähiilen. Maa- ja metsätaloussektori ovat viimeisiä sektoreita, joilla ei vielä ole EU-laajuisia sääntöjä hiilidioksidipäästöihin ja -poistoihin. Metsäomistajien tai maanviljelijöiden työtä ja hyviä toimintatapoja, joilla pyritään turvaamaan hiilen varastoituminen metsiin ja maaperään, ei ole tunnustettu lainkaan tai vain osittain. Tämä johtuu siitä, että luotettavien tietojen kerääminen metsien ja maaperän hiilestä on ollut haastavaa, eikä yleisiä laskentasääntöjä päästöjen ja poistojen laskemiseen ole ollut.

UNFCCC:n päätös tarkistetusta maaperän ja metsien laskentasäännöistä, joka hyväksyttiin YK:n ilmastokokouksessa Durbanissa joulukuussa 2012, on luonut puitteet myös EU:n laajusten sääntöjen luomiseen. Durbanin sopimukseen perustuen Euroopan komissio on 23. maaliskuuta 2012 julkaissut direktiiviehdotuksen, jolla

luotaisiin Euroopan Unionin maille yhteiset maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden (LULUCF) kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistojen laskentasäännöt (Euroopan Komissio 2012a). Durbanin sopimuksesta poiketen eurooppalainen direktiivi ottaa huomioon metsien lisäksi myös viljelysmaan ja laidunmaan. EU:n yhteisten laskentasääntöjen luominen mahdollistaa tulevaisuudessa metsähiilihankkeita ja ohjelmia myös EU-alueen sisällä ja mahdollistaa niistä saatavien yksiköiden vaihdannan säännellyn EU ETS -järjestelmän puitteissa.

Durbanissa sovittiin metsistä muun muassa: (UNFCCC 2012b, s.11-22)

- Kaikille Kioton pöytäkirjan Annex 1 -maille tulee pakolliseksi pitää kirjaa metsätaloudesta
- Tapa, jolla metsätalouden päästöjä laskentaan perustuu vertailutaso lähestymistapaan
- Luotiin määritelmät luontaisille häiriöille, kosteikkojen kuivatukselle ja ennallistamisille sekä korjatuille puutuotteille.

EU:n tavoitteena on, että jäsenmaat mittaavat ja raportoivat maa- ja metsätalouden hiilen muutokset, mukaan lukien päästöt biomassan polttamisesta energiataroituksessa. Hankkeisiin hyväksytään AF-, RF- ja DF -toimet sekä metsänhoidolliset toimet ja puutuotteet. Ensivaiheessa LULUCF-sektorilla ei olisi päästövähennystavoitetta, vaan päästöjen ja poistojen laskentaa kehitetään sekä tietoja kerätään laskentasääntöjen luomiseksi. Toisessa vaiheessa LULUCF-sektori virallisesti liitettäisiin EU:n kasvihuonekaasujen vähennystavoitteeseen. Tämä tulee tapahtumaan sen jälkeen, kun jäsenmaat ovat panneet täytäntöön kirjanpidon, jonka laskentasäännöt ovat osoittautuneet luotettaviksi.

LULUCF-hankkeista saatujen yksiköiden liittäminen EU ETS -järjestelmään tulee vastaamaan kritiikkiin missä LULUCF-yksiköiden EU-markkinoiden ulkopuolelle jättäminen on koettu epäoikeudenmukaiseksi rajoitukseksi ihmisille kaikkien köyhimmissä ja haavoittuvimmissa kehittyvissä maissa O'Sullivanin ym. (2006) tutkimuksen mukaan LULUCF-yksiköt tulevat lisäämään päästöjen kompensointiin tarvittavien yksiköiden määrää, mikä tulee alentamaan päästöjen sääntelyn

kustannuksia, lisäämään markkinoiden likviditeettiä ja edistämään pitkän aikavälin päästövähennysten suunnitelmia ja markkinoiden tehokkuutta.

LULUCF-yksiköt lisäävät markkinoiden likviditeettiä lisäämällä kaupankäynnin kohteena olevien yksiköiden määrää. Tämä vähentää markkinoiden epävarmuutta ja markkinahintojen vaihtelua. Se voi myös estää sääntelyn kustannuksien nousua varsinkin, jos EU maat vähentävät päästökiintiöitä Kioton pöytäkirjan toisella kaudella. Tätä ajattelumallia kohtaan on esitetty kritiikkiä siten, että halvat LULUCF-yksiköt tulevat kyllästämään markkinat, eikä EU:n perimmäinen tavoite vähentää kotimaisia päästöjä täyty. Käsitys siitä että LULUCF-yksiköt olisivat halvempia kuin CER-yksiköt perustuu siihen, että niiden katsotaan olevan väliaikaisia yksiköitä ja että ne täytyy uudelleen todentaa ja -liikkeeseenlaskea 5 vuoden välin (tCER-yksikkö) tai vain uudelleen todentaa 5 vuoden välein (lCER-yksikkö). Molemmat yksiköt tulee myös korvata muilla yksiköillä hyvityskauden jälkeen. Näistä aiheutuu pysyvyysriski ja korvausriski, joka johtaa alempaan hintaan verrattuna CER-yksikköön.

Markkinahyötyjen vastapainona LULUCF-yksiköiden tuominen Euroopan markkinoille aiheuttaa myös riskejä. Riskeistä huomattavimpia ovat muun muassa: metsien tuhoutuminen väärillä perusteilla valittujen metsänhoitotoimenpiteiden vuoksi, geneettisesti muunnellut tai tulokaslajit nousevat ensisijaisiksi viljelyskohteeksi tai se, että LULUCF-hankkeiden varjolla ei tehdä tarvittavia fossiilisten polttoaineiden vähennyksiä. (O'Sullivan 2006)

Suomen kannalta olisi tärkeää olla mukana kehittämässä EU:n päästökauppajärjestelmää. Etenkin LULUCF-sektorin integroinnissa olisi tärkeää olla mukana määrittelemässä esimerkiksi ohjelmaan mukaan otettavia toimintoja, erityisesti Suomen kannalta tärkeitten puutuotteiden osalta. Toisena esimerkkinä voidaan mainita metsien sijaintiin perustuva hiilinielukyvyyn mittaaminen. Suomeen tulisi saada useampi nieluvyöhyke vastaamaan todellista puuntuotos- eli hiilinielukykyä.

## **8. TULOSTEN TARKASTELU**

### **8.1. Täydellisten kilpailun ehtojen täyttyminen**

#### **8.1.1 Yksittäinen toimija on hinnanottaja**

Vapaaehtoiset markkinat ovat vielä kooltaan vain murto-osa kaikista hiilimarkkinoista. Ne ovat myös suhteellisen kehittymättömiä. Lukumäärältään VCS hankkeita on noin 950 kappaletta, joista on liikkeeseenlaskettu 115,6 miljoonaa VCU-yksikköä, joista 31 miljoonaa on mitätöity. AFOLU-hankkeita VCS-tietokannasta löytyy noin 60 kappaletta. Hankkeiden rajallisuuden vuoksi markkinat toimivat epätäydellisesti.

Täydellisesti kilpailluilla markkinoilla myyjiä ja ostajia täytyy olla niin monta, ettei kukaan heistä pysty yksin vaikuttamaan markkinahintaan eli yksittäinen toimija on niin sanotusti hinnanottaja. Päästömarkkinoilla myyjä voi käyttää hinnan asetantaa ja muuttaa tarjoamaansa määrää tai hintaa. Hyödykkeelle, eli yksiköille, jotka on luotu uniikissa metsähankkeessa, ei löydy täydellistä kilpailijaa, jolloin myyjä voi nostaa hintaa yli markkinoilla vallitsevan hinnan, eivätkä asiakkaat pysty ostamaan samaa hyödykettä muilta myyjiltä. Toisaalta ostaja, joka toimii hankkeessa rahoittajana, voi määrätä ostohinnan, jolla hän on valmis rahoittamaan hankkeen eli ostamaan siitä saadut yksiköt.

Hinnan asetantaa esiintyy myös markkinoilla, joilla on vain yksi päästöhankkeen kehittäjäyritys tai -yhteisö jolloin päästöyksiköiden tarjonta on sama kuin markkinoilla oleva määrä. Jos markkinoilla on muutama hankekehittäjä, he ottavat toistensa käyttäytyminen huomioon hintaa asetettaessa. Säännellyillä päästömarkkinoilla markkinahinnan määräytyminen toimii paremmin, sillä vaikka myyjiä on rajallinen määrä, ei ostajien määrää ole rajoitettu.

### 8.1.2 Hyödykkeet ovat homogeenisia

Toisin kuin säännellyillä markkinoilla, vapailla markkinoilla päästöyksikön hinta ei heijasta vain päästövähennyksen rajakustannusta, vaan myös muita ominaisuuksia. Tämä johtaa siihen, että kaikkien yksiköiden hinta ei ole sama. Myöskään hankkeet eivät ole samanlaisia. Vaikka termi päästöyksikkö antaa kuvan yhteneväisestä hyödykkeestä, niin todellisuudessa yksikkö voi muodostua hyvinkin erilaisissa hankkeissa, jotka poikkeavat monilta osin toisistaan. Yritykset tai yksityiset voivat ostaa päästöyksikön siihen liittyvän oheisominaisuuden vuoksi. Päästövähennyksen lisäksi halutaan vaikuttaa esimerkiksi ympäristönsuojeluun tai köyhyyden lieventämiseen. Hyödykkeet eivät siis täytä täydellisten markkinoiden ehtoa tuotteiden homogeenisyydestä ja siitä että yhdenlaiselle tuotteelle on yksi hinta.

Päästöhankkeita erilaistataan eli differoidaan siten, että hankkeen kehittäjä luo hankkeisiinsa parempia absoluuttisia ominaisuuksia tai vähintäänkin näennäisiä eroja kilpailijoihinsa nähden. Esimerkiksi VCS-hankkeeseen voidaan ottaa mukaan CCBS-standardin mukaisia sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä hyötyjä. Tällöin pyritään olemaan ainutlaatuisia kuluttajien silmissä ja tyydyttämään asiakkaiden tarpeet tavalla, johon muut eivät pysty.

Mikäli hanke differoidaan taitavasti, siitä saatuja yksiköitä voidaan myydä kalliimmalla eli yksiköillä voidaan pitää korkeampia hintoja ja tätä kautta nostaa hankkeen kannattavuutta. Differointi voi perustua hankkeen ominaisuuteen, standardoimismenetelmään, markkinapaikkaan, markkinointiin tai johonkin muuhun ominaisuuteen. Samalla alueella hanketta voi olla tekemässä useitakin eri tavalla differoivia hankekehittäjiä. Hankekehittäjät voivat esimerkiksi päättää standardoida yksiköitä eri standardien alle, jolloin eri hankekehittäjien liikkeeseenlaskemat yksiköt ovat toisistaan erilaisia, vaikka ovat peräisin samalta alueelta. Differointia käyttävän hankkeen on kuitenkin saatava tuotteistaan muita strategioita noudattavien yritysten keskiarvohintaa korkeampi hinta, jotta se pystyy kattamaan differoinnista aiheutuneet kustannukset ja toimimaan kannattavasti.

### **8.1.3 Täydellinen tietämys hyödykkeiden ominaisuuksista**

VCS-hankkeista luodut yksiköt täyttävät täydellisen kilpailun ehdon täydellisestä tietämyksestä hyödykkeiden ominaisuuksista sillä VCS-hankkeiden prosessi, joka johtaa yksiköiden liikkeeseenlaskuun, suunnitellaan, mitataan ja raportoidaan tarkasti. Jokaiselle vaiheelle tarvitaan vahvistus hyväksytyltä hyväksyjä- tai todentajaelimeltä. Kolmannen osapuolen todentaminen ja tarkastaminen varmistaa, että väittämä päästön vähennyksestä on uskottava, läpinäkyvä ja sopiva kaupankäynnin kohteeksi kansainvälisillä päästömarkkinoilla

Kaikkien hankkeiden on myös esitettävä tietonsa julkisesti, jotta VCU-yksiköt voidaan liikkeeseenlaskea. VCS-rekisteriin merkitään hankkeet, joista yksikkö on luotu sekä luotujen yksikköjen kappalemäärät. Rekisterin eräänä tehtävänä on varmistaa, ettei yksikköä voida rekisteröidä useampaan rekisteriin ja myös ettei yhtä yksikköä voida myydä monelle eri osapuolelle. Hintatiedot yksiköille on saatavissa yksiköitä välittäviltä markkinapaikoilta sekä välittäjiltä. VCS ei itse seuraa kaupankäyntiä tai hintoja.

### **8.1.4 Markkinoille on vapaa pääsy ja poistuminen**

Markkinoille vapaata pääsyä ja sieltä poistumista voisi rajoittaa esimerkiksi se, että jokin hankkeen kehittäjä voisi saavuttaa määräävän markkina-aseman. Määräävä markkina-asema tarkoittaisi sitä, että hankkeen kehittäjällä olisi koko maassa tai tietyllä alueella esimerkiksi yksinoikeus päästöyksikkömarkkinoilla siten, että se voisi merkittävästi ohjata yksikön hintatasoa tai toimitusehtoja. Tämän kaltaista määräävään markkina-aseman käyttöä ei tässä tutkimuksessa tullut ilmi. Sen sijaan ilmeni muita markkinoille tulon esteitä erityisesti hankkeiden osalta.

Spotti ja jälkimarkkinat toimivat markkinamekanismien mukaisesti jo luotujen yksiköitten kaupankäyntipaikkana ja niissä markkinoille pääsy ja poistuminen on vapaata. Primäärimarkkinoilla sen sijaan markkinoille pääsyyn ja sieltä poistumiseen liittyy useita esteitä. Suurin haaste liittyy hankkeen kokoon. Hankkeiden kehittäjät

voivat olla hyvin erityyppisiä ja kokoisia, mutta kustannustehokas ja kannattava hanke vaatii suuren pinta-alan hankkeita, joista on mahdollista tuottaa ostajalle riittävä määrä päästöyksiköitä. Hoidettavan metsäpinta-alan on oltava riittävän suuri, jotta metsään saadaan aikaan tarpeeksi vakaa hiilivaranto läpi koko metsän kiertoajan kasvatuksesta hakkuuseen. Jos hankkeen on oltava kannattava, ehto rajaa pois pienen pinta-alan hankkeet.

Markkinoille tulon esteitä voivat olla myös muut taloudelliset syyt. Metsänomistajalla on taloudellinen riski esimerkiksi hiilivuodosta ja myynnin ajoituksessa. Hiilestä maksettu korvaus maksetaan metsänomistajalle kokonaisuudessaan yksiköitten liikkeeseenlaskun yhteydessä, mutta sen jälkeen metsän hiilivuoto, kuten esimerkiksi myrskyn tai tuholaistautien johdosta menetetty puusto, on kompensoitava. Myynnin ajoituksen riski realisoituu, jos hinta on ostohetkellä olla korkeampi, kuin myyntihinta liikkeeseenlaskun yhteydessä.

Markkinoilta lähdön esteitä ovat esimerkiksi pitkäaikaiset sopimukset. Hankkeeseen sitoutuneen tahon, eli esimerkiksi metsänomistajan, on sitouduttava huomattavan pitkäksi aikaa ylläpitämään metsää eikä metsähankkeen kohteen sijaintia ole mahdollista muuttaa.

Markkinoilta löytyy siis esteitä sekä markkinoille tulossa että sieltä poistumisessa päästöhankkeiden osalta. Päästöhankkeiden osalta voidaan todeta, että markkinoiden toiminta ei täytä kolmatta täydellisen kilpailun ehtoa markkinoille vapaasta pääsystä ja poistumisesta. Sen sijaan jälkimarkkinat toimivat täydellisen kilpailun ehdolla.

## **8.2 Markkinoiden kilpailullisuus**

Edellä esitetyn mukaan, voidaan vetää johtopäätös, että vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat eivät toimi täydellisesti kilpailujen markkinoiden ehtoilla, sillä markkinoilla samoille hyödykkeille on rajallinen määrä tarjontaa. Yksittäisen hankekehittäjän toiminnalla on näkyvä vaikutus hintaan, jolla päästöyksikkö liikkeeseenlasketaan. Päästöhankkeet ovat differoituja, joten niistä saatavat

päästöyksiköt eivät ole ostajan kannalta samanlaisia. Lisäksi markkinoilla on markkinoille tulon esteitä. Täydellisen kilpailun ehdot täyttyvät osittain vain päästöhankkeiden ja päästöyksiköiden informaation osalta. Käytännössä vain hankkeen kehittäjällä on täydellinen tietämys hankkeesta, mutta ostajalla on mahdollisuus saada helposti tietoa hankkeista ja markkinaolosuhteista.

Täydellinen kilpailu johtaa tehokkaimpaan mahdolliseen taloudelliseen lopputulokseen, mutta vapaaehtoisuuteen perustuvilla päästömarkkinoilla sitä ei saavuteta vaan markkinoilla syntyy tehokkuustappiota. Tehottomuutta aiheuttaa esimerkiksi hankkeiden kustannukset ja sertifiointiehdot, jotka saattavat muodostaa esteitä markkinoille pääsyssä. Markkinoille pääsyä estää myös hiilensidonnan omistusoikeuksien puutteellinen määrittely.

Vapaasti toimiva hintamekanismi perustuu olettamukseen, että hyödykkeelle on mahdollista löytää tasapainohinta. Myös päästökauppajärjestelmän hinnoitteluprosessi noudattaa hintateoriaa, jossa päästöyksikön hinta muuttuu, jos kustannukset nousevat tai laskevat. Päästöyksikön hinnalle on siten mahdollista löytää tasapainopiste, jossa kysyntä ja tarjonta kohtaavat. Täydellisen kilpailun markkinoilla hyödykkeen hinta on alin taloudellisesti kannattava hinta ja hyödykettä tuotetaan suurin mahdollinen määrä. Päästömarkkinoilla hinta määräytyy pääosin kuitenkin hankkeiden kustannusten mukaan, joten päästömarkkinat eivät ole paretotehokkaita.

Vapaaehtoisuuteen perustuvat päästömarkkinat eivät siis ole täydellisesti kilpailtuja, vaan ne toimivat epätäydellisesti kilpailullisilla markkinoilla, jossa hyödykkeet ovat heterogeenisiä. Markkinoilla on rajallisesti hankkeita, joista tarjotaan yksiköitä ja hankkeista saatavien yksiköiden hinta asetetaan kustannuksia vastaavaksi. Hinnan asetanta on mahdollista sillä differentaatiota esiintyy esimerkiksi hankkeiden ominaisuuksissa ja standardoimismenetelmän valinnassa. Epätäydellinen kilpailutilanne säilyy sillä markkinoiden väliselle liikkuvuudelle on asetettu esteitä eikä yhden standardin mukaisesti sertifioitu yksikkö ole yleisesti hyväksyttävissä toiseen standardiin.



Myös Heikkonen (2002) on päätenyt tutkielmassaan päästökauppajärjestelmien kilpailullisista ominaisuuksista lopputulokseen, missä todetaan, että säännelty päästöyksikkömarkkinat toimivat epätäydellisesti ja epätäydellisen kilpailun johdosta päästöyksikkömarkkinoilla saavutettu tasapaino ei ole enää tehokas. Epätäydellisyys johtuu Heikkosen mukaan siitä, että päästövähennykset eivät jakaudu optimaalisesti markkinavoimaa omaavan yrityksen ja markkinavoimaa vailla olevien yritysten kesken.

Vuorisen (2011) tutkielma päästökaupasta ja päästörahoituksen toiminnasta päättyi myös johtopäätökseen, että päästökauppa ei täytä täydellisen kilpailun edellytyksiä. Toimialan tyypilliset toimijat olivat lukumäärältään pieniä, yksiköillä ja yrityksillä oli suuri koko, joka vaati suurta sitoutunutta pääomaa ja korkeat kiinteät kustannukset. Vuorinen selvitti tutkielmassaan myös Kioton pöytäkirjan päästömarkkinainstrumentteja ja globaaleja päästömarkkinoita. Tutkimuksen tuloksena esiin tulleet Kioton pöytäkirjaan perustuvat instrumentit ovat yhteneväisiä tässä tutkimuksessa esitettyjen kanssa.

### **8.3. Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti sekä jatkotutkimustarpeet**

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tuloksia ja tutkimus vahvistaa siten tieteellistä näkemystä päästömarkkinoiden epätäydellisestä kilpailusta. Suomessa vapaaehtoisuuteen perustuvia markkinoita, ei ole aikaisemmin tutkittu näin laajasti, minkä vuoksi tämän tutkimuksen tuloksilla on käytännöllistä uutuusarvoa.

Tutkimusten luotettavuutta arvioidaan usein reliabiliteetin ja validiteetin perusteella. Luotettavuuden arviointi näiden käsitteiden kautta sopii erityisesti kvantitatiivisiin tutkimuksiin. Laadullisissa tutkimuksissa tulosten luotettavuuden sijaan arvioidaan koko tutkimusprosessin luotettavuutta. Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta rakennetaan tutkimuksen toteuttamisen, muun muassa käytettyjen menetelmien, tarkalla kuvauksella. (Hirsjärvi ym. 1997, s. 213–215, Eskola ja Suoranta 1998 s. 208–233.) Tässä työssä tutkimuksen toteuttaminen kuvataan luvussa 1.4.

Tutkimuksessa aineistonkeruumenetelmät kykenivät tuottamaan kattavan aineiston, jonka avulla voitiin vastata tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen luotettavuutta ja aineiston kattavuutta ajatellen olisi ollut hyödyllistä, jos vapaaehtoisuuteen perustuvista päästömarkkinoista olisi tehty enemmän tutkimusta ja suomenkielistä aineistoa olisi ollut enemmän. Aineistonkeräämisen vaihtoehtoinen lähestymistapa olisi ollut syvähaastattelujen suorittaminen alan toimijoiden keskuudessa, missä tutkimuskysymyksiin olisi yritetty saada vastaukset haastattelujen avulla. Kuitenkin aineiston koko oli riittävä laadullisen tutkimuksen tekemistä ajatellen. Kaiken kaikkiaan voidaan arvioida, että tässä työssä kyettiin vastaamaan melko hyvin kaikkiin tutkimusongelmien kysymyksiin.

Tutkimuksen tulokset ovat yhteneviä suurelta osin aikaisemmin Suomessa ja muualla tehtyjen tutkimusten tulosten kanssa. Kuitenkin tämän tutkimuksen tulos uusien vapaaehtoisuuteen perustuvien päästömarkkinoiden perusteellisista eroista säänneltyihin markkinoihin verrattuna, kyseenalaistaa näitten kahden erilaisten markkinoiden käytön samassa tutkimuksessa. Vaikka molemmilla markkinoilla vaihdetaan hyödykettä, joka edustaa yhtä tonnia hiiltä, onko markkinoiden markkinarakenne kuitenkin riittävän samankaltainen? Säännellyillä markkinoilla vaihdetaan pääsääntöisesti päästökiintiöiden perusteella liikkeeseenlaskettuja yksiköitä ja hankemekanismin yksiköt ovat vain lisänä markkinoille. Kiintiöihin perustuva päästöyksikkö edustaa murto-osaa maalle kiintiöidystä päästöstä, joka tekee yksiköstä homogeenisen. Säännelty mekanismi ei myöskään ole kilpailullinen, sillä tarjonta synnytetään kansallisesta kiintiöstä ja kysyntä perustuu velvoitteiden täyttämiseen. Tutkimus olisi ehkä ollut selkeämpi, jos säänneltyjen markkinoiden instrumentit olisi jätetty pois. Tutkimuksen tulosta se ei olisi kuitenkaan muuttanut.

Tämän tutkimuksen tekeminen, tutkimuksen aineisto ja tulokset ovat nostaneet esiin muutamia jatkotutkimusaiheita. Kotimaista tutkimusta päästökaupankäynnin lisäämiseksi tarvitaan, muun muassa omistusoikeuksien määrittelyssä. Lisäksi tarvetta voisi olla tutkimukselle, jossa saataisiin vastaus kysymykseen, löytyykö suomalaisten kuluttajien keskuudesta kysyntää kotimaisista hankkeista saaduille päästöyksiköille, joilla voisi pienentää omaa hiilijalanjälkeään. Instituutioilta ja

yrittäjiltä voisi kysyä, löytyisikö niitten piiristä halukkuutta lähteä mukaan päästövähennysprojektiin, josta saatavat yksiköt myytäisiin vapailla markkinoilla.

## **LÄHTEET**

Acid Rain Retirement Fund 2012. Education Outreach. [viitattu 28.11.2012]  
<http://www.acidrainretirementfund.org/eedu.htm>

The American Carbon Registry 2012. About us. [viitattu 25.11.2012]  
<http://americancarbonregistry.org/>

The American Clean Energy and Security Act 2009. Bill Summary & Status 111th Congress (2009-2010) H.R.2454. [viitattu 28.11.2012] <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d111:H.R.2454>:

Arrow, J. K. ja Honkapohja, S. (toim.). 1985. Frontiers of Economics. Yrjö Jahnsson Foundation. Basil Blackwell. Oxford. 458 s.

Australian hallitus, Department of Climate Change and Energy Efficiency. 2010. Baseline-and-Credit Scheme. [viitattu 1.9.2012] <http://www.climatechange.gov.au/government/initiatives/mpccc/meetings/~media/publications/committee/baseline-credit-scheme-pdf.pdf>

Australian hallitus, Department of Climate Change and Energy Efficiency 2012. The Carbon Farming Initiative Handbook. Commonwealth of Australia. 44 s.

Asia Carbon Exchange 2012. Carbon Trading. [viitattu 21.9.2012]  
[http://www.asiacarbon.com/Carbon\\_Trading.html](http://www.asiacarbon.com/Carbon_Trading.html)

Bayon, R., Hawn, A. ja Hamilton, K.,. 2009. Voluntary Carbon Markets -An International Business Guide to What They are and How They Work. Toinen painos. Earthscan yhdessä International Institute for Environment and Development, Lontoo. 153 s.

Bigsby, H. 2009. Carbon banking: Creating flexibility for forest owners. Forest Ecology and Management 257:378-383.

Bishop, M. 2004. Essential Economics. Economist books (Series) ja Profile Books, Lontoo 2004. 282 s.

Brokers Carbon 2012. About Brokers Carbon. [viitattu 17.8.2012] <http://www.brokerscarbon.com/about.php>

Bumpus, A. G. ja Liverman, D. M. 2008. Accumulation by Decarbonization and the Governance of Carbon Offsets. Clark University, Economic Geography 84(2):127-155.

Cacho, O. ja Lipper, L. 2007. Abatement and transaction Costs of Carbon-Sink Projects Involving Smallholders. Note di Lavoro, Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper Series 27. 25 s.

The California Air Resources Board 2012. Cap-and-Trade Program. [viitattu 19.11.2012] <http://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/capandtrade.htm>

Cao, Tianjian, Valsta, L. ja Mäkelä A. 2010. A comparison of carbon assessment methods for optimizing timber production and carbon sequestration in Scots pine stands. Forest Ecology and Management 260:1726-1734.

Carbomark. 2011. Development of Policies for the creation of local voluntary carbon markets for mitigating climate change. Carbomark System Manual\_16\_06\_2011. 108 s.

Carbon Trade Exchange 2012. About us. [viitattu 21.9.2012] <http://carbontradexchange.com/about-us/about-us.html>

CarbonFix 2012. The CarbonFix Standard. [viitattu 25.11.2012] <http://www.carbonfix.info/CarbonFix-Standard.html?PHPSESSID=2vu20n60crp5766ri0at6hl1p0>

Chicago Climate Exchange. 2009. The Chicago Climate Exchange Offset Project

Protocol: Forestry Carbon Sequestration Projects. 20.8.2009. Chicago Climate Exchange, Inc. 68 s.

Chicago Climate Exchange 2012. The Chicago Climate Exchange. [viitattu 25.11.2012] <https://www.theice.com/ccx.jhtml>

Climate Action Reserve. 2010. Forest Project Protocol, Version 3.2. 31 elokuuta 2010. 134 s.

Climate Action Reserve 2012. Climate Action Reserve. [viitattu 19.11.2012] <http://www.climateactionreserve.org/>

Climate, Community and Biodiversity Alliance 2012. CCB Standards. [viitattu 25.11.2012] <http://www.climate-standards.org/ccb-standards/>

Climate Connect 2012. CDM Highlights: Week of 7 Mar – 13 Mar 2011. [viitattu 10.10.2012] [http://www.climate-connect.co.uk/Home/sites/default/files/Weekly\\_CDM%20Highlights\\_10\\_7%20March%20to%2013%20March%202011.pdf](http://www.climate-connect.co.uk/Home/sites/default/files/Weekly_CDM%20Highlights_10_7%20March%20to%2013%20March%202011.pdf)

Climex 2012. Dutch corporate purchased 50,000 Gold Standard VERs via Climex auction. Press Release 21.9.2012. [viitattu 2.10.2012] <http://www.climex.com/documents/press%20release%20result%20climex%20GS%20VER%20Auction.pdf>

Conte, M.N. ja Kotchen, M.J. 2009. Explaining the Price of Voluntary Carbon Offsets. Center for the Study of Energy Markets (CSEM) Working Paper 193. University of California Energy Institute, Berkeley, Yhdysvallat, syyskuu 2009.

Covell, P. Ebeling, J. (toim.) ja Olander, J. (toim.) 2011. Business Guidance: Forest Carbon Marketing and Finance. Building Forest Carbon Projects. Washington, DC, Yhdysvallat: Forest Trends. 34s.

Danske Bank 2012 Food and commodities. [viitattu 10.12.2013] <http://www.danskebank.com/en-uk/CSR/business/SRI/Pages/foodcommodities.aspx>

Debreu, G. 1959. Theory of Value, An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium. Yale University Press, New Haven ja Lontoo. 120 s.

Diaz, D., Hamilton, K. ja Johnson, E. 2011. State of the Forest Carbon Markets 2011, From Canopy to Currency. Ecosystem Marketplace. 67 s.

Eckert, S. ja McKellar, R. 2008. Securing Rights to Carbon Sequestration: The Western Australian Experience. Sustainable Development Law & Policy Vol.8 Issue 2, talvi 2008: Climate Law Reporter 2008, Artikkel 9, s. 30-33 ja 85.

Ecosystem Marketplace 2012. Voluntary Over-the-Counter (OTC) Offset Market. [viitattu 10.3.2012] [http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=carbon\\_market&page\\_name=otc\\_market](http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=carbon_market&page_name=otc_market)

Edmonds, L. ja Lippke, B. 2004. Environmental Performance Improvement in Residential Construction: the impact of products, biofuels and processes (a Phase 2 research module). Forest Products Journal 56(10):58-63.

Ekroos, A. ja Warsta, M. 2012. Kansallisen ilmastolain säätämismahdollisuuksista. Selvitys ympäristöministeriölle 29.5.2012. 133 s.

Energiamarkkinavirasto 2012. Yleistä päästökaupasta. [viitattu 5.10.2012] <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?gid=172&languageid=246>

Eriksson, E. 2006. Thinning operations and their impact on biomass production in stands of Norway spruce and Scots pine. Biomass and Bioenergy 30:848-854.

Eskola, J. ja Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino, Tampere. 268 s.

EU Advisory Committee for Forestry and Forest-based industries, Working Group "Climate Change/Forest Products". 2004. Comprehensive Report 2002-2003 regarding the role of Forest products for Climate change mitigation. 78 s.

Euroopan Komissio. 2000. Vihreä kirja - Kasvihuonekaasujen päästökaupasta Euroopan unionissa. [viitattu 15.4.2012] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52000DC0087:FI:HTML>

Euroopan Komissio 2012a. Durban climate conference 2011. [viitattu 2.9.2012] [http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/un/durban/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/un/durban/index_en.htm)

Euroopan Komissio 2012b. Commission prepares for change of the timing for auctions of emission allowances. Lehdistötiedote, Brysseli, 25. heinäkuuta 2012 [viitattu 20.11.2012] [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-850\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-850_en.htm)

European Energy Exchange 2012. Exchange. [viitattu 15.10.2012] <http://www.eex.com/en/EEX/Exchange>

Evolution Markets 2012. About us. [viitattu 17.8.2012] <http://www.evomarkets.com/aboutus>

Finnmatkat 2013. Ilmastotuki ja päästöjen kompensointi. [viitattu 28.1.2013] <http://www.finnmatkat.fi/Tietoa-Finnmatkoista/Kestava-matkailu/Ilmastotuki-ja-paastojen-kompensointi/>

Fortum 2013. Fortum Hiilineutraali. [viitattu 28.1.2013]. <http://www.fortum.com/countries/fi/yritysasiakkaat/kaukolampo/tuotteet-ja-palvelut/fortum-hiilineutraali/pages/default.aspx>

Forest Carbon Asia 2011. Forest Carbon Project Validators & Verifiers 25.5.2011. [viitattu 18.9.2012] <http://www.forestcarbonasia.org/players/validators-verifiers/>

Frankhauser, S. ja Hepburn, C. 2010, a. Designing carbon markets. Part I: Carbon markets in time. Energy Policy 38:4363-4370.

Frankhauser, S. ja Hepburn, C. 2010, b. Designing carbon markets. Part II: Carbon markets in space. Energy Policy 38:4381-4387.



Genest, F. ja Chenost, C. 2010. U.S. Carbon market: is there a demand for forest offsets? ONF International, Briefing Note no 1. 12 s.

Gold Standard 2012a. The gold standard announces partnership with the forest stewardship council. The Gold Standard Foundation. [viitattu 19.9.2012] <http://www.cdmgoldstandard.org/the-gold-standard-announces-partnership-with-the-forest-stewardship-council>

Gold Standard 2012b. Home. [viitattu 25.11.2012] <http://www.cdmgoldstandard.org/>

Hamilton, K., Sjardin, M., Peters-Stanley, M. ja Marcello, T. 2010. Building Bridges: State of the Voluntary Carbon Markets 2010. Ecosystem Marketplace ja Bloomberg New Energy Finance. 136 s.

Hanley, N., Shogren, J.F. ja White B. 2001 Introduction to Environmental Economics. Oxford University Press. 343 s.

Heikkonen, M. 2002. Päästökauppajärjestelmän ominaisuuksia: epätäydellinen kilpailu ja epäsymmetrinen informaatio. Pro gradu työ, Helsingin yliopisto, valtiotieteellinen tiedekunta, kansantaloustieteen laitos. 63 s.

Hepburn, C. Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms V. 2007. Teoksessa The Annual Review of Environment and Resources 32:375-393.

Hermann, H. ja Matthes, F. 2012. Strengthening the European Union Emissions Trading Scheme and Raising Climate Ambition: Facts, Measures and Implications Öko-Institutin raportti WWF:lle ja Greenpeacealle. 71 s.

The ICE OTC Environmental. 2012. CCX Historical Price and Volume. [viitattu 12.11.2012] <https://www.theice.com/ccx.jhtml>

Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Tammi, Helsinki. 275 s.

ICE ECX 2012. About us. [viitattu 22.9.2012] <https://www.theice.com/about.jhtml>

Indufor 2000. Metsien hiilinielujen todennettavuus Kioton pöytäkirjan soveltamisessa. KTMn rahoittamia tutkimuksia, joita ei julkaistu KTMn omissa sarjoissa. Helsinki 27.10.2000. 77s.

IPCC 2007. Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Groups, I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reisinger, A. (toim.), Pachauri, R.K. ja kirjoitustiimi. IPCC, Geneve, Sveitsi. 104 s.

Kaipainen, T., Liski, J., Pussinen, A. ja Karjalainen, T. 2004. Managing carbon sinks by changing rotation length in European forests. *Environmental Science & Policy* 7:205-219.

Kansallinen metsäohjelma 2015, Metsäalasta biotalouden vastuullinen edelläkävijä. 2011. Maa- ja metsätalousministeriö. Juvenes Print, Helsinki. 48 s.

Kansallisen ilmastostrategian taustaselvitys 2001. Kasvihuonekaasujen vähentämistarpeet ja -mahdollisuudet Suomessa. Kauppa ja teollisuusministeriön julkaisuja 4/2001. 169 s.

Kauppi, P. 1997. Metsien hiilitalous ja kestävyysperiaate. MMM:n julkaisuja 10/1997. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 46 s.

Kerkelä, L. 2009 Essays on globalization – Policies in trade, development, resources and climate change. VATT julkaisuja 50. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Oy Nord Print Ab, Helsinki 2009. 167 s.

Knox-Hayes, J. 2010. Creating the Carbon Market Institution: Analysis of the Organizations and Relationships That Build the Market. *Competition and Change* 14(3-4): 176-202.

Kollmuss, A., Zink, H. ja Polycarp, C. 2008. Making Sense of the Voluntary Carbon

Market: A Comparison of Carbon Offset Standards. Stockholm Environment Institute ja Tricorona. WWF Germany. 103 s.

Kotila, J. 2003. Hiilidioksidin päästökaupan alkujakomallit Suomessa energiantuotannon kannalta. Energia-alan keskusliitto. Tutkimusraportti nro 13, Helsinki. 80s.

Kossoy, A. ja Guignon, P. 2012. State and Trends of the Carbon Market 2012. World Bank. Westland Printers. 128 s.

Krugman P. ja Wells R. 2006. Economics. Worth Publishers. New York. 864 s.

Kuntaliitto 2012. Kuntien ilmastokampanja. [viitattu 28.1.2013] <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/yty/ilmastonmuutos/ilmastokampanja/Sivut/default.aspx>

Laturi, J. Mikkola, J. ja Uusivuori J. 2008. Carbon reservoirs in wood products-in-use in Finland: current sinks and scenarios until 2050. Silva Fennica 42(2): 307-324.

Leonard, K. 2009. Quality Enhancement in Voluntary Carbon Markets -Opening up for Mainstream. Diploma Verlag GmbH, Hampuri. 115 s.

Lindroos, T.J., Hast, A., Ekholm, T., Savolainen, I. ja Leppilahti M. (toim.) 2011. Arvio ei-päästökauppasektorin päästövähennyskeinoista ja -kustannuksista Suomessa. VTT Tiedotteita – Research Notes 2605. VTT Kopijyvä Oy, Kuopio. 67 s.

Liski, J. 2000. Millainen kiertoaika eduksi metsien hiilitaloudelle? Metsätieteen aikakauskirja 4:639-642

Liski, J., Karjalainen, T., Pussinen, A., Nabuurs, G.-J. Ja Kauppi, P. 2000. Trees as carbon sinks and sources in the European Union. Environmental Science & Policy 3:91-97.

Liski, M. 2000a. projektikohtainen päästökauppa. Metsätieteen aikakauskirja 4/2000.

s. 634-638.

Liski, M. 2000b. Should ERUs be tradable? Helsingin kauppakorkeakoulu. Working Papers W, 1235-5674;262. 22s.

Liski, M. 2001, Thin versus Thick CO<sub>2</sub> Market. Journal of Environmental Economics and Management 41(3):295–311

Liski, M. ja Virrankoski, J. 2000. Project-based CO<sub>2</sub> trading. Helsingin kauppakorkeakoulu. Working Papers W, 1235-5674;252. 28s.

Liski, M. ja Montero J.-P. 2005 Market power in a storable-good market: Theory and applications to carbon and sulfur trading. HECER - Helsinki Center of Economic Research. Discussion Paper No. 91, Joulukuu 2005

Mankiw, M.G. ja Taylor, M.P. 2006. Economics, UK and European adaptation. Cengage Learning EMEA. 830 s.

Mankiw, M.G. ja Taylor, M.P. 2010. Economics. South-Western Cengage Learning. 916 s.

Marjosola, H. 2008. Säänneltyä joustavuutta: hankemekanismit kansainvälisessä ilmastopolitiikassa. ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, Keskusteluaiheita numero 1139. 66 s

Markit Environmental Registry 2012. Registered Projects, Retired Credits. Haku suoritettu 6.10.2012

Marttila, V., Granholm, H., Heikinheimo, P., Hyvärinen, E., Joutsamo, E., Karjalainen, T., Kauppi, P., Kortelainen, P., Mäkipää, R., Nuutinen, T., Nyrhinen, T., Pingoud, K., Raivio, S. ja Esala, M. 2000. Ilmastopimuksen ja Kioton pöytäkirjan metsien hiilivarastoja ja nieluja käsittelevän työryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 2000:5. Helsinki. 78 s.

McCabe, S. 2004. Kaupattavat päästöluvut ulkoisvaikutuksen korjausmenetelmänä. Pro gradu työ, Helsingin yliopisto, valtiotieteellinen tiedekunta, kansantaloustieteen laitos. 71 s.

Meckling, J. 2011. Carbon Coalitions -Business, Climate Politics, and the Rise of Emissions Trading. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Lontoo. 239 s.

Merger, E. 2010. Status and Future of the Afforestation and Reforestation (A/R) Carbon Sector. Saksa. 17 s.

Metsäntutkimuslaitos 2010. Valtakunnan metsien inventointi (VMI): Metsien kyy sitoa hiiltä lähes kaksinkertaistunut 20 vuodessa. Metla, tiedotteet 22.6.2010. [viitattu 19.11.2012] <http://www.metla.fi/tiedotteet/2010/2010-06-22-VMI-tiedote.htm>

Metsäntutkimuslaitos 2011. Metsätilastollinen vuosikirja 2011. Vammalan Kirjapaino Oy, Sastamala 2011. 438 s.

Metsäntutkimuslaitos 2012. Metsien hiilinielu ja Kioton sopimuksen toteuttamisen taloudelliset kustannukset. Metlan hanke numero 3306. [viitattu 2.12.2012] <http://www.metla.fi/hanke/3306/index.htm#tavoitteet>

Michaelowa, A. ja Jotzo, F. 2005. Transaction costs, institutional rigidities and the size of the clean development mechanism. Energy Policy 33:511-523.

Michalak, R. (hankekoordinaattori). 2011. State of Forests 2011, Europe's Status & Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Yhteistyössä Forest Europa Liaison Unit Oslo, the United Nations Economic Commission for Europe, (UNECE) ja the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Grøset Trykk AS, Oslo, Norja. 259 s.

Milne, M. 1999. Transaction costs of forest carbon projects. Center for International Forestry Research. Working Paper CC05. Bogor, Indoneesia.

Myeni, R.B., Dong, J., Tucker, C.J., Kaufmann, R.K., Kauppi, P.E., Liski, J., Zhou,

L., Alexeyev, V. ja Hughes, M.K. 2001. A large carbon sink in the woody biomass of Northern forests. PNAS 18 joulukuuta 2001, vol. 98, numero 26. s.14784-14789.

Nabuurs, G.J. Ja Schelhaas, M.J. 2002. Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO<sub>2</sub>FIX. Ecological Indicators 1:213-223.

Nabuurs, G. J., Thürig, E., Heidema, N., Armolaitis, K., Biber, P., Cienciala, E., Kaufmann, E., Mäkipää, R., Nilsen, P., Petrisch, R., Pristova, T., Rock, J., Schelhaas, M. J., Sievanen, R., Somogyi, Z. ja Vallet, P. 2008. Hotspots of the European forest carbon cycle. Forest Ecology and Management 256:194-200.

Nasdaq OMX 2012 a. Carbon, about the Market. [viitattu 22.9.2012] <http://www.nasdaqomx.com/commodities/markets/products/carbon/>

Nasdaq OMX 2012 b. Member List [viitattu 10.12.2012] <http://www.nasdaqomx.com/commodities/Marketaccess/memberlist/>

Neeff, T., Janson-Smith, T., Ashford, L., Moore, C., Davey, C., Mountain, R., Durbin, J., Panfil, S., Fehse, J., Tuite, C., Hedges, A., Wheeland, M. ja Herrera, T. 2010. The Forest Carbon Offsetting report 2010. EcoSecurities, Conservation International, Climate, Community and Biodiversity Alliance (CCBA), ClimateBiz ja the Norton Rose Group. 35 s

Nerg, K. 2009. Metsän kiertoajan vaikutus hiilensidontaan ja metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Pro gradu työ, Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, metsäekonomian laitos. 76 s.

New Zealand Ministry for the Environment. 2012. International examples of emissions trading. [viitattu 14.9.2012] <http://www.climatechange.govt.nz/emissions-trading-scheme/about/international-examples.html>

Nikinmaa, E., Berninger, F. ja Vesala T. 2000: Verification of Carbon Sinks in Forests; Concepts and Methodologies – a discussion paper. Luonnokseen viitattu teoksessa Indufor 2000, Metsien hiilinielujen todennettavuus Kioton pöytäkirjan

soveltamisessa. Helsinki. 50 s.

Nilsen, P. ja Strand L.T. 2008. Thinning intensity effects on carbon and nitrogen stores and fluxes in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand after 33 years. *Forest Ecology and Management* 256:201-208.

Nordea 2012. Commodities. [viitattu 10.12.2012] [http://www.nordeamarkets.com/Nordea+Markets/What+we+do/Markets/Commodities/1533552.html?WT.svl=mega-menu\\_What-we-do\\_product\\_Commodities](http://www.nordeamarkets.com/Nordea+Markets/What+we+do/Markets/Commodities/1533552.html?WT.svl=mega-menu_What-we-do_product_Commodities)

Nordic Offset 2012. Etusivu. [viitattu 28.1.2013] <http://www.nordicoffset.fi/>

Olander, J. ja Ebeling, J. 2011. Building Forest Carbon Projects: Step-by-Step Overview and Guide. Teoksessa Building Forest Carbon Projects. Ebeling, J. ja Olander, J.(toimittajat). Washington, DC, Yhdysvallat. Forest Trends. 56 s.

O'Sullivan, R., Streck, C., Janson-Smith, T., Haskett, J., Schlamadinger, B. ja Niles, J.O. 2006. Local and Global Benefits of Including LULUCF Credits in the EU ETS. *Climate Focus*. [viitattu 12.11.2012] [http://www.climatefocus.com/documents/local\\_and\\_global\\_benefits\\_of\\_including\\_lulucf\\_credits\\_in\\_the\\_eu\\_ets\\_](http://www.climatefocus.com/documents/local_and_global_benefits_of_including_lulucf_credits_in_the_eu_ets_)

Overview about the Ecosystem Marketplace. 2012. Ecosystems Marketplace. [viitattu 8.4.2012]. [http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=about\\_us&page\\_name=overview](http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=about_us&page_name=overview)

Panda Standard 2012. Introduction. [viitattu 25.11.2012] <http://www.pandastandard.org/>

Pearce, D.W. ja Turner, R.K. 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire, Iso-Britannia. 374 s.

Pekkarinen, J. ja Sutela, P. 2002. Kansantaloustiede 9. WSOY, Juva. 359 s.

Pekkarinen, J. Sutela, P. 1989. Kansantaloustiede 1. Viides painos. WSOY, Juva. 223 s.

Pekkarinen, J. ja Sutela, P. 1986. Kansantaloustiede 2. WSOY, Juva. 360 s.

Peltoniemi, M. 2007. Country-scale carbon accounting of the vegetation and mineral soils of Finland. Dissertationes Forestales 50. Helsingin yliopisto, biotieteellinen tiedekunta, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 37 s.

Peters-Stanley, M. 2011. New Approaches to Old World Carbon: Closing the Loop on Supply and Demand for European Voluntary Emissions Reductions. Ecosystem Marketplace. 12. helmikuuta 2011. 16 s.

Peters-Stanley, M. 2012, a. Bringing it home: Taking Stock of Government Engagement with the Voluntary Carbon Market. Forest Trends' Ecosystem Marketplace. Maaliskuu 2012. 31 s.

Peters-Stanley, M. 2012, b. Gold Standard acquires CarbonFix bid reshape forest carbon landscape. Forest Trends, Ecosystem Marketplace, Forest Carbon Portal 18.9.2012. [viitattu 20.9.2012] <http://www.forestcarbonportal.com/content/gold-standard-acquires-carbonfix-bid-reshape-forest-carbon-landscape>

Peters-Stanley, M. ja Hamilton, K. 2012, Developing Dimension: State of the Voluntary Carbon Markets 2012. Ecosystem Marketplace ja Bloomberg New Energy Finance. 90 s.

Plan Vivo 2012. Plan Vivo. [viitattu 25.11.2012] <http://www.planvivo.org/>

Pohjola, J. ja Valsta, L. 2007. Carbon credits and management of Scots pine and Norway spruce stands in Finland. Forest Policy and Economics 9:789-798.

Pohjola, J., Kerkelä, L. ja Mäkipää, R. 2002. Who gains from credited forest carbon sinks: Finland and other annex I countries in Comparison. VATT-Keskustelualoitteita 291. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Oy Nord Print Ab, Helsinki 2002. 42 s.



Point Carbon 2007. Issues in the international carbon market, 2008-2012 and beyond. A study by Point Carbon Advisory Services, for New Zealand Emissions trading Group. Point Carbon, Lontoo. 29s.

Point Carbon 2012. About us – Point Carbon - providing critical insights into energy and environmental markets. 2012. Point Carbon [viitattu 10.4.2012] <http://www.pointcarbon.com/aboutus/>

Priest, M. 2012. Plan to link carbon price permits to Europe. The Australian Financial Review. 14.8.2012

Pöyry Oyj 2012, Uusiutuvaan sähköntuotantoon perustuva CDM hanke, Uruguay. [viitattu 20.11.2012] <http://www.poyry.fi/projektit/uusiutuvaan-sahkontuotantoon-perustuva-cdm-hanke-uruguay>

The Regional Greenhouse Gas Initiative 2012. Regional Greenhouse Gas Initiative, an initiative of the Northeast and Mid-Atlantic States of the U.S. [viitattu 17.9.2012] <http://www.rggi.org/design>

Ritson, C. Agricultural Economics: Principles and Policy, The University of Wisconsin-Madison. Crosby Lockwood Staples. 409 s.

Ruuska, A. ja Häkkinen, T. 2012. Potential impact of wood building on GHG emissions. VTT Research report.

Räty, T. 2009. Metsät, puutuotteet ja ilmastopolitiikka. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2009-2010, erityisartikkeli. Metsäntutkimuslaitos. 59 s.

SAS 2012. CO<sub>2</sub> compensation. [viitattu 10.12.2012] <http://www.flysas.com/fi/fi/Matkustusinfo/Erityis palvelut/CO2/>

Schneck, J.D., Murray, B.C., Galik, C.S. ja Jenkins, W. A. 2011. Demand for REDD Carbon Credits, A primer on Buyers, Markets, and Factors Impacting Prices. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Working paper NI WP 11-01.

Scientific Certification Systems 2012. Carbon Offset Validation and Verification. [viitattu 15.10.2012] [http://www.scs-certified.com/cas/carbon\\_offset\\_verification.php](http://www.scs-certified.com/cas/carbon_offset_verification.php)

Sievänen, R. 2010. Metsä vastaa – Kangasmetsien hiilinielut ja -lähteet. [viitattu 25.5.2012] [http://www.metsavastaa.net/im\\_kangasmetsien-hiilinielut-ja-lahteet?cm\\_print\\_version=1](http://www.metsavastaa.net/im_kangasmetsien-hiilinielut-ja-lahteet?cm_print_version=1)

Sievänen, R., Asikainen, A., Vapaavuori, E. ja Ilvesniemi, H. 2012. Suomen metsäenergia- ja hiilivarat ja niiden käyttö ilmastonmuutokseen sopeutumisessa, teoksessa: Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 240. Vantaa. 211 s.

Spiekermann, K. 2011. Buying Low, Flying High: Carbon Offsets and Partial Compliance. (2<sup>nd</sup> Revised Version). London School of Economics. 35 s.

Streck, C., O'Sullivan, R., Janson-Smith, T. ja Tarasofsky, R. 2010. Climate Change and Forests -Emerging Policy and Market Opportunities. Chatham House (the Royal Institute of International Affairs), Lontoo. 333 s.

Stumhofer, T. 2010 The Chicago Climate Exchange closure, a vote for robust GHG MRV? GHG Management Institute. [viitattu 12.10.2012] <http://ghginstitute.org/2010/11/10/the-chicago-climate-exchange-closure-a-vote-for-robust-ghg-mrv/>

Suomen Ulkoasianministeriö 2012. Suomen päästövähennemien osto-ohjelma. [viitattu 3.10.2012] <http://formin.finland.fi/public/default.aspx?nodeid=40595&contentlan=1&culture=fi-FI#koeohjelma>

Takeuchi Waldegren, L. 2012. Carbon Credits: Origins, Effectiveness & Future. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Engineering, Environmental and Energy System Studies. Lund University. 197 s.

Tilastokeskus 2012. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2010, 2. korjattu painos. Katsauksia 2012/1, Ympäristö ja luonnonvarat. 72 s.

Tomek W. G. ja Robinson, K. L. 2003. Agricultural Product Prices. Cornell University Press. 428 s.

Tuomala, M. 1997. Julkistalous. Gaudeamus. Tammer-Paino Oy. Tampere. 372 s.

UNFCCC 2002. United Nations Framework Convention on Climate Change. Report of the Conference of the Parties on its seventh session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Part two: Action taken by the Conference of the Parties, Volume I. 21 tammikuuta 2002. 69 s.

UNFCCC 2012a. United Nations Framework Convention on Climate Change. Status of Ratification of the Kyoto Protocol [viitattu 13.4.2012] [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php)

UNFCCC 2012b. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its seventh session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol as its seventh session. 15. maaliskuuta 2012. 27 s.

UNFCCC 2012c. Clean Development Mechanism, CDM Methodology Booklet. Fourth edition Information updated as of EB 69. Marraskuu 2012. [viitattu 20.11.2012] <http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/methbooklet.pdf>

United States Environmental Protection Agency. 2012. Cap and Trade: Acid Rain Program Basics. [viitattu 15.9.2012] [www.epa.gov/airmarkets](http://www.epa.gov/airmarkets).

Uusivuori, J. ja Laturi J. 2010. Metsä vastaa – Puutuotteet. [viitattu 28.5.2012] [http://www.metsavastaa.net/im\\_puutuotteet?cm\\_print\\_version=1](http://www.metsavastaa.net/im_puutuotteet?cm_print_version=1)

The Western Climate Initiative 2012. Western Climate Initiative. [viitattu 19.11.2012] <http://www.westernclimateinitiative.org/>

Wärtsilä Oyj 2012. Wärtsilä converts Ecuadorian crude oil power plant to associated gas operation and co-develops carbon finance project with customer. Wärtsilä Oyj:n lehdistötiedote 3. kesäkuuta 2010, klo 9:00

Varian, H. R. 2006. Intermediate Microeconomics: A Modern Approach. University of California at Berkeley. W. W. Norton & Company, New York, Lontoo. 789 s.

VCS Project Database 2012. About The Project Database. [viitattu 30.9.2012] <http://www.vcsprojectdatabase.org/>

VCS Registry System 2012. VCS Registry System. [viitattu 1.10.2012] <http://v-c-s.org/how-it-works/vcs-registry-system>

Valtiontalouden tarkastusvirasto. 2009. Päästökauppa, -Kioton joustomekanismit. Valtiontalouden tarkastusviraston tuloksellisuustarkastuskertomukset 200/2009. Edita Prima Oy, Helsinki 2009. 65 s.

Voluntary Carbon Standard. 2010. Version 1.0, Tool for the Demonstration and assessment of Additionality in IFM Project Activities, Sectoral Scope 14.

Voluntary Carbon Standard 2012a. Double Counting: Clarification of Rules. VCS Policy Brief, 1. helmikuuta 2012.

Voluntary Carbon Standard 2012b. How it Works. [viitattu 25.11.2012] <http://v-c-s.org/how-it-works>

Vuorinen, M. 2011. Päästökauppa – pigoulaisesta traditiosta kohti coaselaista markkinaohjausta. Pro Gradu työ. Tampereen Yliopisto, Johtamiskorkeakoulu, kansantaloustiede. 62 s.

Zhang, Y. 2012. Pricing Decision Theory and the Empirical Research on International Carbon Emissions Trading. Shanghai Lixin University of Commerce, Shanghai, Kiina. 10 s.

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. ja Mencuccini, M. 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica Monographs* 4. 63 s.

YK 1998. Kyoto Protocol to the United Nations Framework, Convention on Climate Change. [viitattu 12.3.2012] <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

Yle Uutiset 2012. Komissio remontoisi päästökaupan - suomalaisreaktiot ristiriitaisia. Toimittaja Tiina-Emilia Kaunisto. Yle Uutiset, Kotimaa 14.11.2012 klo 19:43 [viitattu 24.11.2012] [http://yle.fi/uutiset/komissio\\_remontoisi\\_paastokaupan\\_-\\_suomalaisreaktiot\\_ristiriitaisia/6376836](http://yle.fi/uutiset/komissio_remontoisi_paastokaupan_-_suomalaisreaktiot_ristiriitaisia/6376836)

Young, T. 2008. UN suspends top CDM project verifier over lax audit allegations. *Business Green*. 1. joulukuuta 2008.

Youngman, R., Rosenzweig, R. ja Diamant, A. 2011. Designing a Large-Scale Federal Greenhouse Gas Offsets Program in the United States: Policy Choices and Lessons Learned from the Clean Development Mechanism and Other Offsets Programs. EPRI Electric Power Research Institute. Marraskuu 2011.

Ympäristöministeriö 2012. Päästökauppadirektiivin kolmas kausi. [viitattu 27.11.2012] <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=273216>

## LIITE 1

Kioton pöytäkirjan alaiset hankekohtaiset päästökauppane mekanismit (UNFCCC 2012c)

Kioton pöytäkirjan alaiset hankekohtaiset päästökauppane mekanismit							
Mekanismi	Lyhenne	Metsäprotokolla	Metsämetodologia	Päätukija/pe- rustajajäsen	Hankkeiden sijainti	Yksikön lyhennys	Rekisteri
Clean Development Mechanism	CDM	CDM Accreditation Standard for Operational Entities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restoration of degraded lands through afforestation/ reforestation</li> <li>• Reforestation or affores-tation of land currently under agricultural use</li> <li>• Afforestation and reforestation project activities implemented for industrial and/or commercial uses</li> <li>• Simplified baseline and monitoring methodology for small-scale agroforestry - afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism</li> </ul>	UNFCCC osapuolet	Kehittyvät maat	CER (Certified Emissions Reduction)  tCER, iCER  RMU (Removal Unit)	CDM registry ja kansalliset rekisterit
Joint Implementati on	JI	CDM Accreditation Standard for Operational Entities	Samat kuin CDM ja lisäksi Forest Management	UNFCCC osapuolet	Itä- Euroopan siirtymä- taloudet ja teollisuus- maat	ERU (Emissions Reduction Unit)	Kansalliset rekisterit

## LIITE 2

Kansalliset ja alueelliset säännellyt Cap-and-Trade järjestelmät (Australian hallitus 2012, the Regional Greenhouse Gas Initiative 2012, the Western Climate Initiative 2012, The California Air Resources Board 2012 ja Climate Action Reserve 2012)

Kansalliset ja alueelliset säännellyt Cap-and-Trade järjestelmät							
Järjestelmä	Lyhenne	Metsäprotokolla	Metsämetodologia	Päätökijä/pe-rustajajäsen	Hankkeiden sijainti	Yksikön lyhennys	Rekisteri
Australian Carbon Pricing Mechanism  1.7.2012  CAP on kiinteä hintainen 1.7.2015 asti  Kansallinen		The Carbon Farming Initiative (CFI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental plantings</li> <li>• Native forest from managed regrowth</li> <li>• Native forest protection projects</li> <li>• Human-Induced regeneration of a permanent even-aged native forest</li> <li>• Reforestation</li> <li>• Afforestation</li> <li>• Avoided deforestation</li> <li>• Improved forest management</li> <li>• Non-forest revegetation</li> <li>• Quantifying carbon sequestration by permanent environmental plantings of native species established through direct seeding, planting or application of Ecoblanket® using the CFI reforestation modelling tool (and sample testing for soil carbon)</li> <li>• Methodology for quantifying carbon sequestration by permanent tree plantings on marginal agricultural land using sampling techniques</li> </ul>	Australian valtio	Australia Kehittyvät maat	Australian Carbon Credit Units, ACCU	Australian National Registry of Emissions Units (ANREU)
The EU Emissions Trading System  Alueellinen	EU ETS	-	-	Euroopan Unioni	Kehittyvät maat	EUA (EU Allowances)	The EU Emissions Trading System single registry

The Regional Greenhouse Gas Initiative  Alueellinen	RGGI	-	-	Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New York, Rhode Island, ja Vermont	Jäsen osavaltiot	RGGA (RGGI Allowances) RGGI CO <sub>2</sub> Offset allowances	RGGI CO <sub>2</sub> Allowance Tracking System (RGGI COATS)
The Western Climate Initiative  Ei vielä toiminnassa  Alueellinen	WCI	-	-	The WCI partners: Kalifornia, Arizona, Montana, New Mexico, Oregon, Utah, Washington (Yhdysvallat) British Columbia, Manitoba, Ontario, Quebec (Kanada)	Yhdysvallat, Kanada, Meksiko, Kehittyvät maat	ERA	Ei vielä luotu
California Air Resources Board  Alueellinen  Toiminta alkaa marras-kuussa 2012  Entinen CCAR California Climate Action Registry	CARB	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Compliance Offset Protocol for U.S. Forest Projects</li> <li>Compliance Offset Protocol Urban Forest Projects</li> </ul> <p>Sekä aikaisemmin CCAR standardin mukaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Climate Action Reserve Urban Forest Project Protocol versions 1.0 through 1.1</li> <li>Climate Action Reserve Forest Project Protocol version 2.1 and versions 3.0 through 3.2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforestation Projects</li> <li>Improved Forest Management Projects</li> <li>Avoided Conversion Projects (Deforestation)</li> <li>Urban forest GHG projects undertaken (1) in municipalities<sup>3</sup>, (2) on educational campuses<sup>4</sup>, and (3) by utilities</li> </ul>	California Environmental Protection Agency	Yhdysvallat	ARB	Useita, mm. The Climate Registry Information System (CRIS)  The Climate Action Reserve
Climate Action Reserve	CAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Forest Project Protocol (FPP)</li> <li>Mexico Forest Protocol (within a REDD+ framework)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforestation Projects</li> <li>Improved Forest Management Projects</li> <li>Avoided Conversion Projects</li> </ul>	Voittoa tavoittelematon hiilipäästöyksiköiden rekisteri ja standardeja	Yhdysvallat ja Meksiko	CAR (Climate Reserve Tonnes)  "carrot"	The Climate Registry Information System (CRIS)



### LIITE 3

Vapaaehtoisuuteen perustuvat järjestelmät (American Carbon Registry 2012, Voluntary Carbon Standard 2012b, Chicago Climate Exchange 2012, Gold Standard 2012b, CarbonFix 2012, Panda Standard 2012, Plan Vivo 2012 ja Climate, Community and Biodiversity Alliance 2012)

Vapaaehtoisuuteen perustuvat järjestelmät							
Järjestelmä	Lyhenne	Metsäprotokolla	Metsämetodologia	Päätökija/pe- rustajajäsen	Hankkeiden sijainti	Yksikön lyhennys	Rekisteri
American Carbon Registry	ACR	<ul style="list-style-type: none"> <li>American Carbon Registry Standard</li> <li>Forest Carbon Project Standard</li> <li>ACR Nested REDD+ Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afforestation and Reforestation of Degraded Lands</li> <li>Improved Forest Management (IFM) on U.S. Timberlands</li> <li>REDD Avoiding Planned Deforestation</li> <li>Switch from non-renewable biomass for thermal applications</li> <li>100-year Improved Forest Management (IFM) on U.S. Timberlands</li> <li>Improved Forest Management (IFM) on Non-Federal U.S. Forestlands</li> <li>REDD Methodology Modules</li> </ul>	Winrock Internatio-nalin voittoa tavoittelema-ton yritys	Ympäri maapallon	ERT (Emission Reduction Tons)	The American Carbon Registry
Voluntary Carbon Standard	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>ARR: Afforestation, Reforestation and Revegetation</li> <li>ALM: Agricultural Land Management</li> <li>IFM: Improved Forest Management</li> <li>REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Degradation</li> <li>PRC: Peatland Rewetting and Conservation</li> <li>ACoGS: Avoided Conversion of Grasslands and Shrublands</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improved Forest Management through Extension of Rotation Age</li> <li>Conservation Projects that Avoid Planned Land Use Conversion in Peat Swamp Forests</li> <li>Conversion of Low-productive Forest to High-productive Forest</li> <li>Carbon Accounting in Project Activities that Reduce Emissions from Mosaic Deforestation and Degradation</li> <li>REDD Methodology Modules (REDD-MF)</li> <li>Improved Forest Management: Conversion from Logged to Protected Forest</li> <li>Improved Forest Management in Temperate and Boreal Forests (LtPF)</li> <li>Avoided Unplanned Deforestation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Climate Group</li> <li>The International Emissions Trading Association (IETA)</li> <li>World Economic Forum</li> <li>The WBCSD</li> </ul>	Kaikkialla paitsi maissa joilla on päästökiintiö. VCU voidaan muodostaa luovuttamalla pysyvästi AAU yksiköitä	VCU (Voluntary Carbon Unit)	VCS registry ja NYSE Blue

Chicago Climate Exchange Toiminta loppunut 2010	CCX				Kaikkialla muualla paitsi Kioton Annex 1 –maissa jotka ovat allekirjoittaneet pöytäkirjan	CFI (Carbon Financial Investments )	CCX Registry Toiminnan loputtua siirrettiin ICE rekisteriin
Gold Standard	GS	-	-	Ympäristöjärjestöt esim. WWF	Kaikkialla paitsi maissa joilla on päästökiintiö. VER voidaan muodostaa luovuttamalla pysyvästi AAU yksiköitä	GS-VER GS-CER	Gold Standard Registry ja NYSE Blue, (muuttuu vuoden 2013 alusta)
CarbonFix Yhdistyy 2013 Gold Standardiin. Sopimus tehty 18.9.2012	Carbon-Fix	CarbonFix Standard (CFS) 3.2	Forest Management Afforestation Reforestation	Voittoa tavoittelematon yhteisö	Kaikkialla	CO2-sertifikaatti	Ei rekisteriä
Panda Standard		Panda Standard version 1.0	CDM Afforestation CDM-Reforestation	The China Beijing Environment Exchange (CBEE), BlueNext ja Winrock International	Kiina	VER (Panda Standard Credits)	The Panda Standard Registry
Plan Vivo	Plan Vivo		Afforestation Reforestation	Ympäristö- ja yksityisiä järjestöjä	Maaseudun pientilat kehitysmaissa	Plan Vivo -sertifikaatti	Plan Vivo Project Register
Climate, Community and Biodiversity Standards	CCBS	Standardi keskittyy vain maaperän hiilen bionielu- ja hillintä hankkeisiin, ja vaatii sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä hyötyjä tällaisilta hankkeilta	Afforestation Reforestation	Climate, Community and Biodiversity Alliance (CCBA) CARE, Conservation International, The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, the Wildlife Conservation Society sekä useita suuryrityksiä	Kaikkialla	CCB -sertifikaatti	CCB Hankerekisteri